

DIPLOMADOLGOZAT

Molnár Amelita Gerda
Agrármérnöki - egységes, osztatlan képzés

Gödöllő
2023



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Agrármérnöki - egységes, osztatlan szak**

**Bendővédett B-vitamin készítmény hatásának vizsgálata tejelő
tehenekben**

Belső konzulens: Dr. Balogh Krisztián Milán
egyetemi docens

Külső konzulens: Roszkos Róbert
ADEXGO Kft. szakmai tanácsadó

Készítette: Molnár Amelita Gerda
OW2UVD
nappali tagozat

Élettani és Takarmányozástani Intézet

Takarmánybiztonsági Tanszék

**Gödöllő
2023**

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés, a vitaminokról általánosságban	4
2. Szakirodalmi áttekintés	5
2.1. A B-vitaminok szerepe az állati szervezetben	5
2.2. Bendővédett vitamin készítmények tejtermelésre gyakorolt hatásai	16
2.3. Bendővédett vitamin készítmények egyéb hatásai	21
3. Célkitűzés	25
4. Anyag és módszer	26
4.1. A telep bemutatása	26
4.2. A kísérletben résztvevő állatok	29
4.3. Takarmányozás	29
4.4. A kísérlet leírása – kezelések	34
4.5. Mintavételek, vizsgálatok	36
4.6. Statisztikai analízisek	36
5. Eredmények és kiértékelésük	37
5.1. Tejtermelés	37
5.2. Szaporodásbiológia	41
5.3. Állategészségügy	44
6. Következtetések és javaslatok	46
7. Összefoglalás	47
8. Köszönetnyilvánítás	49
9. Irodalomjegyzék	50
9.1. Könyvek, publikált anyagok	50
9.2. Internetes források	53
10. Nyilatkozatok	54

1. Bevezetés, a vitaminokról általánosságban

A vitaminok szerves tápanyagok, azon belül pedig mikrotápanyagok. A vitaminokat oldhatóságuk alapján két csoportra bontjuk, vannak zsírban oldódó (A-, D-, E-,K-vitaminok) és vízben oldódó vitaminok. A vízben oldódó vitaminokat nem tudja a szervezet tárolni, folyamatosan ürülnek a vizelettel, ezért pótlásuk is folyamatosan szükséges. Vízben oldódó vitaminok a B-csoportba tartozó vitaminok és a C-vitamin (Chand és Savitri, 2016). A vitamin olyan esszenciális szerves molekula (vagy kémiaiilag szorosan kapcsolódó molekulák), amelyre a szervezetnek kis mennyiségben szüksége van az anyagcsere megfelelő működéséhez. Az esszenciális táplálóanyagok a szervezetben nem, vagy nem megfelelő mennyiségben szintetizálhatók, ezért belőlük az élőlények szükséglete az elfogyasztott táplálékkal/takarmánnyal elégíthető ki. A legtöbb vitamin nem egyetlen molekula, hanem rokon molekulák csoportjai az úgynevezett vitaminok. Az E-vitamin elnevezés nyolc különböző molekulát takarhat, négy tokoferolt és négy tokotrienolt. Egyes szakirodalmi források ([http1](#)) tizennégy vitamint említene a kolinnal együtt. Ugyanakkor a főbb egészségügyi szervezetek tizenhárom vitamint sorolnak fel ([http2](#)):

- A-vitamin (az összes transz-retinol, transz-retinil-észter, valamint az összes transz-béta-karotin és más A-provitamin-karotinoidok)
- B1-vitamin (tiamin)
- B2-vitamin (riboflavin)
- B3-vitamin (niacin)
- B5-vitamin (pantoténsav)
- B6-vitamin (piridoxin)
- B7-vitamin (biotin)
- B9-vitamin (folsav vagy folát)
- B12-vitamin (kobalaminok)
- C-vitamin (aszkorbinsav)
- D-vitamin (kalciferolok)
- E-vitamin (tokoferolok és tokotrienolok)
- K-vitamin (filokinon és menakinonok)

Valamennyi vitamint a XX. század első felében, 1913 és 1948 között fedezték fel.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. A B-vitaminok szerepe az állati szervezetben

Az alábbiakban szeretném ismertetni, hogy az egyes szakirodalmi források szerint milyen hatásokat tulajdonítanak a B-csoportba tartozó vitaminoknak. A vízoldható B-vitaminok fontos szerepet játszanak a sejtek anyagcseréjében és a vörösvértestek szintézisében. Bár ezek a vitaminok hasonló elnevezésekkel rendelkeznek (B1-, B2-, B3- stb.), kémiaiilag különböző vegyületek, amelyek gyakran előfordulnak ugyanazon élelmiszerekben/takarmányokban. Azokat a készítményeket/étrend-kiegészítőket, melyek mind a nyolc B-vitamint tartalmazzák, B-vitamin komplexeknek nevezzük. A B-vitaminoknak kiemelt szerepük van az állati szervezet anyagcseréjében, hiszen valamennyi B-vitamin vagy kofaktor (általában koenzim) a kulcsfontosságú anyagcsere-folyamatokban, vagy valamely anyagcseretermék előállításához szükséges prekursor (*1. táblázat*). A vitaminok felsorolásából kitűnik az, hogy a B-vitaminok számozási rendszerében vannak „foghíjak”. Ennek oka, hogy egykor vitaminoknak tartott anyagok is kaptak sorszámokat a B-vitaminok rendszerében, de később kiderült róluk, hogy vagy nem létfontosságúak, vagy a szervezet képes előállítani őket, így nem felelnek meg a vitaminok két alapvető tulajdonságának. Ilyen, korábban B-vitaminként számontartott anyag a kolin (korábban B4-vitamin), az inozitol (korábban B8-vitamin), a para-amino-benzolsav (PABA, korábban B10-vitamin), valamint a pteroil-heptaglutaminsav (PHGA, korábban B11-vitamin).

1. táblázat: A B-vitaminok hatásai

Vitamin neve	Hatás
B1-vitamin (tiamin)	koenzimként vesz részt a cukrok és aminosavak katabolizmusában
B2-vitamin (riboflavin)	a flavin-adenin-dinukleotid (FAD) és a flavin-mononukleotid (FMN) koenzimek előanyaga, amelyek a flavoprotein enzimreakciókhoz szükségesek, beleértve más vitaminok aktiválását is
B3-vitamin (niacin, vagy nikotinsav)	a nikotinamin-adenin-dinukleotid (NAD) és a nikotinamin-adenin-dinukleotid-foszfát (NADP) koenzimek előanyaga, amelyek számos anyagcsere-folyamathoz szükségesek
B5-vitamin (pantoténsav)	a koenzim-A (CoA) előanyaga, ezért számos molekula anyagcseréjéhez szükséges
B6-vitamin (piridoxin, piridoxál, piridoxamin)	az anyagcsere számos enzimátikus reakciójában szerepet játszó koenzim
B7-vitamin (biotin)	a karboxiláz enzimek koenzimje, amely a zsírsavak szintéziséhez és a glükoneogenezishez szükséges
B9-vitamin (folsav)	a DNS előállításához, javításához és metilálásához szükséges prekursor, ezen kívül kofaktorként funkcionál különböző reakciókban; különösen fontos a gyors sejtosztódás és növekedés elősegítésében
B12-vitamin (kobalaminok, általában cianokobalamin vagy metil-kobalamin)	a szervezet minden sejtjének anyagcseréjében részt vevő koenzim, amely különösen a DNS-szintézist és -szabályozást, valamint a zsírsav- és aminosav-anyagcserét is befolyásolja

Legelőször a **tiamint (B1-vitamin)** azonosították a B-vitaminok közül (Fattal-Valeski, 2011). A B1-vitamin kémiaiilag egy pirimidin és egy tiazol gyűrűből épül fel, melyet egy metilén köt össze (Kovács, 2015). Több enzimnek is a kofaktora. Ezen enzimek közül több fontos szerepet játszik az energia-ellátásban, valamint az anyagcserében is. Fontos szerepei még: az oxidatív stressz ellen alkalmazzák redukáló anyagként, valamint egyes pentózok szintéziséhez szükséges, melyek nukleinsav-prekursorok. A neurotranszmitterek bioszintézisében fontos szerepük van a tiamin-függő enzimeknek. A tiamint csak a növények és a mikroorganizmusok képesek előállítani (Babinszky és Horváth, 2019), az emlősök sejtjei nem tudják szintetizálni, ezért a táplálékkal kell bevinni a szervezetbe. Hiánya esetén a beriberi betegség (idegrendszeri, valamint szív-működési zavarokat okozó állapot, ami halálos kimenettel is járhat) alakulhat ki (Fattal-Valeski, 2011). A B1-vitamin továbbá étvágyfokozó hatással is rendelkezik (Mentes és

mtsai, 2010) és fontos szerepe van az idegrendszeri folyamatok megfelelő működésében (Nagy, 2009). A tiamin legfőbb forrásai a gabonamagvak, de ezenkívül a malomipari melléktermékek, az extrahált darák, a magok, a csírák és az élesztő is jelentős B1-vitamin forrásnak tekinthetők (Babinszky és Horváth, 2019). Ezenkívül a halliszt és a tej is jó B1-vitamin forrás (Schmidt, 1995). A tiaminnak vannak antivitaminjai, amelyek a következők: tiamináz enzim, amprolium, oxitiamin. Az antivitaminok rontják a takarmányokban lévő tiamin hasznosulását (Babinszky és Horváth, 2019). Hirtelen takarmányváltás esetén a bélcsatornában tiaminbontó baktériumok szaporodhatnak el. Egyes növények, mint a sasharasz vagy zsurlófélék olyan anyagokat tartalmaznak, amelyek hatástalanítják a tiamint (Schmidt, 1995). Megfelelő mennyiségű B1-vitamin keletkezik a kérődzőkben a mikrobiális bioszintézis következtében, melynek feltétele, hogy elegendő könnyen fermentálható szénhidrátot és nitrogénforrást tartalmazzon a takarmány. A legelőn tartott kérődzők tiamin kiegészítést nem igényelnek (Babinszky és Horváth, 2019).

Iparilag előállított tiamin-forrásokat (pl. hidroklorid és monitrát-formák) alkalmaznak, ha szükséges a takarmányt kiegészíteni (Babinszky és Horváth, 2019). A B1-vitamin hiánya okozhat zsírmobilizációs zavarokat, a vérnek megnövekedhet a tejsav és piroszőlősav koncentrációja, felhalmozódhatnak a ketonanyagok és acidózist is előidézhethet. A kérődzőknél (szarvasmarha, juh) a következő tüneteket okozhatja a vitamin hiánya: polineuritist, görcsrohamokat és bénulást. Az idegrendszer károsodik és a gliasejtek degenerálódnak (Babinszky és Horváth, 2019). A tiamin a szervezetben nem raktározódik, a felesleges mennyiség a szervezetből a vizelet útján ürül (Babinszky és Horváth, 2019).

A **riboflavin (B2-vitamin)** kémiaiailag dimetilizoalloxaniz, amihez ribitol oldallánc kapcsolódik. A riboflavin az intermediér (közti) anyagcsere oxidatív és redukzív folyamataiban egyaránt részt vesz. Ez a vitamin a legstabilabb vitaminok közé sorolható. Ugyanakkor a direkt fényhatás ellen védeni szükséges, mivel a napfény és az UV-sugárzás hatására lebomlik (Kovács, 2015). A riboflavinnak antioxidáns hatásai vannak, részt vesz a glutation redox ciklusban és ezáltal, valamint néhány más mechanizmus által véd az oxidatív stressz ellen (Ashoori és Saedisomeolia, 2014). Fontos bioaktív formái: flavin adenin-dinukleotid (FAD) és flavin-mononukleotid (FMN), ezek olyan folyamatokban vesznek részt, amik a redox-reakcióban szerepet játszanak. Ezáltal kulcsfontosságúak az aerob sejtek működéséhez (Powers, 2003). A riboflavint először tejből izolálták. Az 1870-es években tejsavóból különítették el, mint laktokrómnak nevezett sárga színű, vízben oldódó pigmentet (Pinto és Zempleni, 2016). A riboflavin mind az állati, mind a növényi sejtek egyik alkotója. A tápcsatorna mikroorganizmusai is előállítják. A vitamin a vékonybélben szívódik fel.

Felszívódása Na-függő aktív transzporttal és passzív diffúzióval is megvalósulhat. A felszívódás után fehérjéhez kötötten szállítódik a vérplazmában. A szervezetben nem raktározódik, viszont nagyobb koncentrációban mutatható ki egyes szervekben: a májban, a vesében, a szívizomban és a szem ideghártyájában. A szervezetben túlnyomórészt FAD alakban található meg, szabad formában 5% körüli mennyiségben van jelen. A placentán is képes átjutni, így megfelelően biztosított a magzat ellátása. A májban több riboflavin-kötő fehérje termelődik, az ösztrogén hormon hatására (Kovács, 2015). Riboflavin-hiány a gabonamagvakra és a növényi fehérjékre alapozott takarmányozás esetén szokott a baromfifélékben és a sertésekben jelentkezni. A vitaminhiány által előidézett főbb tünetek/betegségek: bőrgyulladás, csökkent növekedés, embrióelhalás, vázizom-, szívizom- és veseelfajulás. A kérődzőknél a bendő mikrobái termelnek riboflavint, viszont a monogasztrikus állatok takarmányát szükséges kiegészíteni.

Az újszülött állatok számára a tej biztosítja a megfelelő mennyiségű riboflavint. Nagyon jó növényi és állati eredetű B2-vitamin források az olajos magvak, a zöld növények, a gabonák, a korpa, a lucernaliszt, az élesztő, a tej és a tejsavó, a máj, valamint a halliszt (Kovács, 2015). A B2-vitamin iránti igényt megnöveli, ha magas fehérje- és zsírtartalma van a takarmánynak. A riboflavin ellátottság mértéke a vörösvérsejtek glutation-reduktáz aktivitásának mérésével állapítható meg (Kovács, 2015).

A **B3-vitamin** a kémiai szerkezetét tekintve az egyik legegyszerűbb (pirimidin-3 karbonsav) vitamin (Babinszky és Horváth, 2019). A B3-vitamin egyik formája a **niacin** (nikotinsav) a piridin karbonsav származéka. A B3-vitamin másik formája a vitamin amidja, a **niacin-amid** (nikotinsav-amid). A két forma vitamin aktivitása egyenértékű. Prekurzorok a piridin szintézisben, a nikotinamid-adenin-dinukleotid (NAD^+) és a nikotinamid-adenin-dinukleotid-foszfát (NADP^+) kialakulásánál koenzimek és több sejtanyagcsere folyamatban is részt vesznek. Egyik fő feladatuk, hogy bizonyos szubsztrátokból hidrogént távolítanak el, illetve azt másik koenzimnek adják át. A NADH (a NAD^+ oxidált alakja) a sejtlegzés részét képező glikolízis és citromsav-ciklus kofaktora, míg a NADPH (a NADP^+ oxidált alakja) a nukleinsavak és zsírsavak bioszintéziséhez szükséges. A NADPH számos (200-nál több) biokémiai folyamat katalizálásában vesz részt, mint pl. a növények fotoszintézise, a rodopszinszintézis, a koleszterin-szintézis, az aminosavak szintézise, a glicerin metabolizmus, a zsírsav-szintézis és oxidáció, a glikolízis és a citrátkör. A B3-vitamin szerepet játszik a vérkeringés megfelelő működésében és fenntartásában, az egészséges bőr megőrzésében, idegrendszer működésében, a vizelet kiválasztásban, valamint az epe és a gyomornedv kiválasztásában is (Chand és Savitri, 2016).

A niacin képződésének a triptofán az előanyaga. A niacin a növényi és állati eredetű takarmányokban egyaránt előfordul, de nagyon eltérő mennyiségben található meg bennük. Általában fehérjéhez kötötten van jelen, mely növeli a stabilitását, ugyanakkor a magvakban lévő nikotinsavra viszont ez nem igaz, következésképpen gyengébb a hasznosíthatósága (Bokori, 2003). A bendő mikrobiális emésztésének is ellenállhat a kötött formában lévő vitamin. Emellett a takarmányban a niacin szénhidráthoz is kötődhet. Az olajos magvakban a niacin közel 40%-a kötött formában van jelen. A kukoricában kevés található a nikotinsavból és csak kis mennyiségben tud értékesülni (Kovács, 2015). Ennek oka, hogy a kukoricában jelen vannak olyan anyagok is, amik hatástalanítják a niacint (Schmidt, 1995). A magvakban a niacin mennyisége a csírázáskor megnövekszik és a hasznosulása is javul. Az állati eredetű takarmányok niacin tartalma jól hasznosul (Kovács, 2015). Triptofánból a legtöbb állatfaj képes niacint előállítani, de ennek hatékonysága nagyon alacsony (Babinszky és Horváth, 2019).

A bélhámsejtekben a niacin hidrolizálódik és nagyrészt nikotinamid formában szívódik fel. Bőséges vitamin-ellátás esetén passzív diffúzióval szívódik fel. Felszívódhat Na-függő facilitált diffúzióval is, ha kisebb mennyiségben van jelen a táplálékban. A szervezetben nem raktározódik a niacin, de a májban található a legnagyobb mennyiségben (Kovács, 2015). A vitamin hiányában kialakulhatnak idegrendszeri zavarok, a növekedés csökkenése és a pellagra bőrbetegség (Babinszky és Horváth, 2019). A hiánybetegségek a triptofán anyagcsere zavara miatt is lehetnek, nem csak a niacin hiány miatt. A niacinnak vannak antivitaminjai is, mint pl. a 3-acetil-piridin és a piridin-szulfonsav (Kovács, 2015). A B3-vitamin ellátottságot a vizelettel kiválasztott nikotinsav-amid mérésével ellenőrizhetjük. Manapság szükségessé vált a szintetikus nikotinsav-készítményekkel történő takarmánykiegészítés, mert a takarmányok hasznosítható nikotinsav tartalma egyre kevesebb és az állatok szükséglete pedig megnövekedett (Kovács, 2015). A tejelő teheneknél az ellés körüli időszakban a ketózis és a zsírmáj-szindróma elkerülésében/megelőzésében segíthet, ha niacint kapnak az állatok. A bendő mikrobák niacin-szintézise nem elégíti ki ebben az időszakban az állatok vitamin szükségletét. A niacin csökkenti a vér koleszterinszintjét is (Kovács, 2015). A B3-vitamin nem mindig szintetizálódik a szükséges mennyiségben a bendőben. Mesterségesen előállított niacinnal szokták kiegészíteni a nagy tejtermelésű tehenek takarmányát (Schmidt, 1995). A tejelő teheneknek napi 3-6 g mennyiségben igényelnek niacin kiegészítést (Babinszky és Horváth, 2019). A kereskedelemben forgalmazott niacin fehér színű granulált por, mely a levegőn stabil és a vízben mérsékelten képes oldódni (Babinszky és Horváth, 2019).

A kolinak (**B4-vitamin**) több fontos funkciója is van. A kolin egy elsődleges metil-donor. A kolin az S-adenozil-metionin előállításához szükséges metilcsoportok forrása,

valamint az acetilkolin nevű neurotranszmitter része. A membránokat alkotó foszfolipideknek (foszfatidilkolin és szfingomielin) is alkotórésze (Zeisel és Caudill, 2010). A kolin nem igazi vitamin, hanem vitaminszerű anyag. Nagy mennyiségben van rá szükség a szervezetben (0,1%). Minden növényi és állati sejtben megtalálható, főleg membránokban foszfolipidként. A lecitinnek is fontos alkotója. Kvaterner ammónium bázis is egyben és a májban is képes képződni. Kolinhiány során a máj elzsírosodhat, mivel nem tudja a zsírokat leadni a foszfolipidek hiányában. A kolinnak ezáltal jelentős májvédő hatása van (Kovács, 2015).

A **pantoténsav (B5-vitamin)** a szervezetben több folyamat szabályozásában is részt vesz. Elengedhetetlen a jelenléte, hogy a szervezet energiát állítson elő, valamint az epesavak és a nemi hormonok szintéziséhez is nélkülözhetetlen. Bizonyos ellenanyagok előállításához is szükség van erre a vitaminnra (Schmidt, 1995).

A pantoténsav az alanin béta-izomerjéből és a dehidroxi-dimetil-vajsavból peptidkötéssel kialakult vegyület. A pantoténsav fontos alkotója a koenzim-A-nak (CoA), amely acetilálási folyamatokban vesz részt. Ez az enzim fontos szerepet játszik a szénhidrátok és zsírsavak anyagcseréjében és a szteroidok szintézisében. A vitamin aktív formája a CoA. Képződésének van egy limitáló enzime, a pantotenát-kináz. A CoA a pantoténsavon kívül adenzin-foszfátot és ciszteamint is tartalmaz. A szervezetbe is CoA formában jut be és csak az emésztés után lesz felszívódó a vitamin. Na-függő aktív transzporttal a *jejunumból* szívódik fel. A sejtekben újra CoA-vá alakul át. A vérplazmában szabad pantoténsav van, míg a vörösvérsejtekben CoA formában található. A legtöbb vitamint a vérben a vörösvérsejtek tartalmazzák. Ezt a vitamint ugyancsak nem képes a szervezet raktározni. Az acetil-CoA az egyik legfontosabb vegyület az intermedier anyagcserében. Az acetil-CoA úgy keletkezik, hogy a CoA megköti az ecetsavat. Az acetil-CoA a szénhidrátok, a zsírok és fehérjék lebontásakor keletkezik. Az acetil-CoA-ból keletkezhet zsírsav, oxidálódhat a citrátkörben, valamint ketonanyagok vagy koleszterin szintézisre is fordítódhat (Kovács, 2015). A pantoténsav érzékeny a magas nedvességtartalomra, ugyanakkor a hőre, az oxigénre és fényre nem érzékeny, ezért viszonylag stabil vegyületnek tekinthetjük. Kevesebb CoA keletkezik, ha nagymennyiségű a rézfelvétel a cisztein oxidációja miatt. A vitaminnal való ellátottságot a vérből és a vizeletből lehet kimutatni/vizsgálni. A vizeletben mérjük a vizelettel ürülő mennyiséget. A vérben a vörösvérsejtek és a májsejtek CoA-aktivitásának mérésével ismerhetjük meg a vitamin mennyiségét (Kovács, 2015). A B5-vitamin hiánya esetén a következő elváltozások alakulhatnak ki: idegrendszeri zavarok, gyomor- és bélrendszeri zavarok, a mellékvese csökkent működése, az ellenanyag-képződés mértékének csökkenése, elváltozások a bőrön és annak függelékein, romló takarmányértékesítő-képesség és kisebb

növekedési potenciál (Kovács, 2015). Leginkább a monogasztrikus állatoknál szokott előfordulni a B5-vitamin hiánya. A kérődző állatoknál a bendőmikrobák által termelt vitamin mennyisége általában megfelelő, így nem jellemző rájuk a hiány (Schmidt, 1995). Az állati és növényi sejtekben is jelen van a pantoténsav. Nagy mennyiségben tartalmazza a lucernaszéna, a szójadara, a hallisztek és a szárított élesztő, kisebb mennyiségben a kukoricában is megtalálható (Bokori, 2003). A takarmányokban a pantoténsav kötött és szabad formában is jelen van (Babinszky és Horváth, 2019). A legtöbb takarmány tartalmazza a pantoténsavat. Nagy fehérje- és energiatartamú takarmányok etetésekor ugyanakkor szükséges a vitamin premix formájában történő takarmányhoz adagolása (Schmidt, 1995). Leggyakrabban kalcium-pantotenátot használnak. A vitamin ezen formájában nem érzékeny sem a levegőre, sem a fényre és tiszta formájában kristályos (Babinszky és Horváth, 2019).

A **B6-vitamin** nem egy vegyületet jelent, hanem három különböző vegyületcsoportot. Ez a három vegyületcsoport a piridoxol (**piridoxin**), a **piridoxál** és a **piridoxamin**. Ezeknek a vegyületcsoportoknak az aktivitása nem tér el az állati szervezetekben, de a mikroorganizmusokban eltérő aktivitást mutatnak (Babinszky és Horváth, 2019).

A piridoxál-foszfát (PALP) az aktív formája, amely több aminosav-anyagcsere folyamatnak is a kofaktora és ezáltal nélkülözhetetlen egyes biogén aminosavak szintézisében. Emellett szükséges a gamma-amino-vajsav metabolizmusához és a katekolaminok, a porfirin és a glikogén szintéziséhez. Léteznek B6-vitamin függő enzimek, mint pl. a dekarboxilázok és a transzaminázok. Ez a vitamin az előbb említett biokémiai folyamatokon kívül még számos másik biokémiai folyamatban is részt vesz, mint pl. az ellenanyag-termelés, a glikogenolízis, az aminosav-transzport, a vas beépülése a hemoglobin molekulába, a kén-tartalmú aminosavak anyagcseréje, a niacin képződése triptofánból, a porfirin szintézis, a linolsav/arachidonsav átalakulás, transzmetilálás metioninnal, a katekolaminok szintézise fenilalaninból, illetve tirozinból, valamint a racemizáció (mikroorganizmusok D-aminosav hasznosítása). A vitamin felszívódása passzív transzporttal történik a vékonybél *distalis* szakaszaiban. A májban piridoxál-foszfáttá alakul és később kb. 60%-ban így jelenik meg a perifériás keringésben. A piridoxál-foszfát az albuminhoz vagy a vörösvérsejtekben a hemoglobinhoz kötődik. Az izmokban lévő piridoxál-foszfát túlnyomó többsége a glikogén-foszforiláz enzimben van jelen. Vannak olyan anyagok, melyek antagonistaként lépnek fel, vagy a piridoxál-foszfátot inaktíválják. Ilyenek az antivitaminyszerű anyagok az apoenzimhez való kötődéskor (Kovács, 2015). A B6-vitamin a szénhidrátok, a fehérjék és a zsírok anyagcseréjében is részt vesz. További fontos szerepe, hogy egyes enzimek kofaktora, összetevője (Babinszky és Horváth, 2019). A B6-vitamin a legtöbb környezeti hatással szemben (hő, sav, lúg) stabilitást mutat. A

fényre viszont érzékeny, különösen, ha semleges vagy lúgos a környezet, ilyenkor a szerkezete nagymértékben károsodik. A B6-vitamin több alakja is (színtelen kristályok) oldódik vízben és alkoholban is (Babinszky és Horváth, 2019). A természetben a piridoxin elterjedt vegyület, ezért az állati és a növényi eredetű takarmányokban is megtalálható (Schmidt, 1995). Nagy mennyiségben található meg a növények magvaiban és levelében, az élesztőben, néhány fermentációs termékben, zöld növényi lisztben és az olajos magvak daráiban. A szervezetben is képes szintetizálódni, de csak a bendő- és bélbaktériumok segítségével. A takarmányokban kötött formában van jelen és ezért csak egy része hasznosul. Egyes takarmányoknál előfordulhat olyan is, hogy antivitamin hatású anyagokat tartalmaznak és ez rontja a piridoxinok aktivitását (Bokori, 2003). A piridoxin az aktivitását tekintve stabilnak tekinthető, de a piridoxál és piridoxamin hamar elvesztik az aktivitásukat (Kovács, 2015). Léteznek vizsgálati módszerek, mellyel meg lehet állapítani az állatok B6-vitamin ellátottságát. Az egyik ilyen módszer a vörösvérsejtek aszpartát-aminotranszferáz (AST) és alanin-aminotranszferáz (ALT) aktivitásának a meghatározása. Emellett a B6-vitamin vagy a piridoxál-foszfát koncentráció mérése történhet vérplazmából, vizeletből és a vörösvérsejtekből (Kovács, 2015). A nagy termelésű állatok jelentősebb mennyiségű B6-vitamint igényelnek, így a takarmányok azzal való kiegészítése szükséges. Általában a takarmány kiegészítés mesterségesen előállított piridoxinnal történik meg (Schmidt, 1995). A hiánytünetek megjelenése a fiatal csirkéknél, pulykáknál és malacoknál a leggyakoribb. A legfőbb hiánytünetek a következők: nedvedző bőrelváltozások, a tollazat hiányossága, ödémás szemhéjak, idegrendszeri zavarok és anémia (Bokori, 2003). B6-vitamin hiánya esetén csökken az állatok ellenálló-képessége és az immunválaszuk is (Kovács, 2015). A B6-vitamin hiánya ritkán okoz komolyabb megbetegedést, viszont az állatok növekedése és takarmányértékesítése nagymértékben romlik, ha vitaminhiány áll fenn (Schmidt, 1995).

A **B7-vitamin** egy királis karbonsav, mely egy kéntartalmú heterociklusos vegyület. Többféle izomerje is létezik, de ezek közül csak a **D-biotin** aktív. A biotin széndioxid-transzferként működik. Több fontos folyamatban is szükség van rá: a sejtek zsír-, szénhidrát- és aminosav anyagcseréjében és ezeknek az anyagoknak az egymással történő átalakulásban. Fontos szerepet játszik a zsírsavak szintézisében is. Több enzim, így pl. az acetil-CoA-karboxiláz, a piroszőlősav-karboxiláz, propionil-CoA-karboxiláz kofaktora. A B7-vitamin részt vesz a génexpresszió szabályozásában is. A biotin a hisztonfehérjékhez kapcsolódva szerepet játszik a kromatin szerkezetének poszttranszlációs módosításában, amely egyrészt kihat a kromatin stabilitására, másrészt befolyásolja az átírási folyamatát. A B7-vitamint a biotináz enzim szabadítja fel az emésztés során a fehérjekötésből. A szabad vitamin Na-függő aktív

transzporttal szívódik fel. A felszívódás legnagyobb része a vékonybél *proximalis* szakaszában történik. Glikoproteinekhez kötötten és szabadon is megtalálható a vérben (Kovács, 2015). A biotinnak bőrvédő hatása is van, ezért szokták „H-vitaminnak” is nevezni, ami a német *die Haut* szóból ered, ami magyarul bőrt jelent. A természetben a biotin kötött és szabad formában is megtalálható, de a kötött állapotú biotin többségét az állatok nem tudják hasznosítani. A kérődzők biotinból önellátónak tekinthetők, de a takarmány összetétele befolyásolja a bendőbeli bioszintézist. A bendőtartalom biotintartalmát szarvasmarhánál növeli a karbamiddal való takarmányozás (Babinszky és Horváth, 2019).

A **B8-vitamin** az **inozitol**, ami a természetben kilenc sztereoizomerben fordul elő (Korkmaz és mtsai, 2022). A cisz-1, 2, 3, 3, 5 transz-4,6-ciklohexánhexol, azaz a mio-inozitol a legelterjedtebb forma (Anastassakis, 2022). Az inozitol különböző koncentrációkban antivirális aktivitást mutat az emberi és állati egészséget veszélyeztető vírusokkal szemben (Korkmaz és mtsai, 2022). A mio-inozitol részt vesz a sejten belüli kommunikációs folyamatokban és a szervezet sejten kívülről érkező parancsainak sejten belüli végrehajtási folyamataiban is szerepet játszik. Másodlagos hírvivők alkotóelemeként a sejtek felépítését is befolyásolja. Az idegsejtek ingerületvezetésére, a sejten belüli kalcium koncentrációra, a sejtmembrán elektromos feszültségére, az inzulinhatásra, a gének kifejeződésére és a zsírbontásra is befolyásoló hatással bír. Az inozitol a növényekben és az állatokban található zsírok fontos alkotóeleme a foszfatidil-inozitol. A mio-inozitolt a szervezet glükózból tudja előállítani (http3). Az inozitol a glükózhoz közel álló cukoralkohol, viszont nem tekinthető valódi vitaminnak, mert az emberi szervezetben glükóz-6-foszfátból, mint szubsztrátból szintetizálható (Anastassakis, 2022).

A **B9-vitamint**, vagyis a **folátot** az 1930-as években fedezték fel. A B9-vitamin természetes és szintetikus formában is előfordul, a mesterséges folátot **folsav**nak nevezzük. A B9-vitamin egy pteridinyűrűből, para-amino-benzoészavból és glutaminsavból felépülő molekula. A természetes folát poliglutamát-lánccal rendelkezik, a folsav pedig monoglutamát szerkezetűvel. A természetes változat érzékenyebb (például: hőre, tárolásra) és a hasznosulása is rosszabb, mint a stabilabb molekulaszerkezettel rendelkező szintetikus folsavnak. A felszívódása aktív transzporttal történik a vékonybél *proximalis* szakaszából, de ezt passzív transzport is kiegészítheti, ha nagy mennyiségben került a szervezetbe folát. A különböző folátok metabolizmusa azonos módon megy végbe a bélhámsejtekben, ennek okán mindig L-5-metil-tetrahidrofolát (L-5-metil-THF) fog képződni. A perifériás szövetekben poliglutamát formájában tárolódik. A legfőbb raktározó szerv a máj, a szervezetben található folátnak 50%-a itt van jelen. Az egy szénatomos töredékek (metil-, metilén-, metenil-, formil- és formimino-

csoport) szállításában a poliglutamát folátok vesznek részt, melyek sok alapvető biokémiai folyamat megvalósulásában is szerepet játszanak. Fontos szerepet töltenek be a dezoxi-timidin-monofoszfát (dTMP) képződésében. Metilcsoportot szolgáltatnak a DNS, az RNS, különböző hormonok, lipidek és neurotranszmitterek számára. A folát az aminosav- és DNS-szintézis, valamint a metilációs folyamatokban is fontos szerepet játszik, szükség van rá a sejtosztódáshoz, a sejtek megfelelő fejlődéséhez, a növekedéshez, a fejlődéshez és bizonyos alapvető anyagcsere-folyamatok lejátszódásához (Zsirgai és mtsai, 2019). A DNS anyagcseréjében fontos szerepet tölt be. A folát szerepet játszik a timin bázisok kialakításában. Folsav hiányában, az uracil bázisok kerülnek többségbe, így a DNS-be timin helyett uracil fog beépülni. A túlzott uracil beépülés pontmutációt okozhat, valamint egy- és kétszálú DNS törések, kromoszómatörések és mikronukleuszok kialakulását is (Fenech, 2012).

A **B10-vitamin** molekulának három fő alkotója van: a glutaminsav, a pteringyűrű és a p-amino-benzoészav. Kémiaiilag ez a molekula pteroil-glutaminsav. Több biológiai aktív formája is létezik. A természetes takarmányokban poliglutamát formában fordul elő, ami azt jelenti, hogy eltérő számú (3-7) glutaminsav molekulával konjugált. A vékonybélben lévő kefeszegély enzimek emésztik a poliglutamátokat. A kefeszegély enzimek megfelelő aktivitásához cinkellátás szükséges. A monoglutamát forma nagyobb részt Na-függő aktív transzporttal szívódik fel a *jejunumból*, kisebb hányada pedig passzív transzporttal.

A B10-vitamin hiánya által kialakult kóros vérképre jellemzők: makrociter anémia, trombopénia és leukopénia (Kovács, 2015).

A B10-vitamin hőre, savra és fényre is érzékeny. Az állati, a gomba és növényi eredetű takarmányokban egyaránt előfordul. Kifejezetten sok található belőle az élesztőben, szójadarában, lucernaszénában. A kukoricában viszont kevés B10-vitamin van. Az állati eredetű vitamin hasznosíthatósága jobb, mint a növényi eredetűé. A növényi eredetű vitamin hasznosíthatósága 30-80% között van. Hiányában vörösvérsejt képzési zavar lép fel ezért anémiát okozhat. A B10-vitamin hiánya esetén a bélbolyhok is károsodnak és emiatt malabszorpció tünetei alakulhatnak ki (Kovács, 2015).

A **B11-vitamin** sok fontos anyagcsere folyamatban játszik szerepet. Részt vesz a DNS és RNS bioszintézisben és az aminosav interkonverziókban (Ibrahim és mtsai, 2014). A B11-vitamin szükséges a növekedéshez (Briggs és mtsai, 1994).

A **B12-vitamin** (kobalamin) különleges abból a szempontból, hogy csak a mikroorganizmusok tudják előállítani. A növényi eredetű takarmányokban nincsen jelen ez a vitamin. Az állatok szervezetébe állati eredetű takarmányokkal kerül. Kis mennyiségben is elegendő a szervezetnek, mivel igen hatékony a molekula (Kovács, 2015). A B12-vitamin

központi atomja a kobalt. Négy pirrolgyűrűből áll, ami a korrinvázat hozza létre. A B12-vitaminnak ismert természetes és nem természetes formája is. A két legelterjedtebb természetes formája az adenozil-kobalamin és a metil-kobalamin. Nem természetes formája a cianokobalamin (Babinszky és Horváth, 2019). A B12-vitamin higroszkópos, sötétvörös színű anyag. Kristályos szerkezetű, vízben és alkoholban jól oldódik, de éterben, acetonban, kloroformban nem.

A legbonyolultabb szerkezetű B12-vitamin a cianokobalamin. Négy pirrolgyűrű és a központi kobalt atom alkotja. A molekulának a ribóz és a foszfát is része, a porfirinváz egyik oldalláncával nukleotidszerű kapcsolatot létesít, valamint a ciano-csoporttal is.

A kérődző állatoknál, ha megfelelő a kobalt ellátás, akkor a bendőmikrobák szintetizálják ezt a vitamint. A vas antagonistásként hat a kobalttal, így gátolja annak beépülését a molekulába. A bendőben létrejött B12-vitaminnak 1-3%-a szívódik fel. A kérődzők B12-vitamin igénye a propionsav-anyagcsere miatt nagyobb. A propionsav a glükoneogenezis alapanyaga, mely a bendőből szívódik fel. A propionil-CoA szukcinil-CoA-vá átalakulásának folyamata egy vitaminfüggő folyamat. Ez a vitamin aktív formájában koenzim is (adenozil-kobalamin). Ez a koenzim részt vesz a metilmalonil-CoA-mutáz, leucin-mutáz és metionin-szintáz felépítésében, mely enzimek fontos szerepet játszanak a páratlan szénatomszámú zsírsavak lebontásában, a DNS szintézisben és a metionin anyagcseréjében (Kovács, 2015). A B12-vitamin részt vesz a fehérjeszintézisben, a zsírsavanyagcserében és oxidációs-redukációs rendszerekben, valamint a vörösvérsejtek képzését és érését is befolyásolja (Babinszky és Horváth, 2019). Fehérjéhez kötötten található meg a takarmányokban. A vitamin a kötéstől a gyomorban szabadul fel a pepszin és a sósav hatására. A felszívódás a vékonybél *distalis* szakaszában történik. A felszívódása úgy következik be, hogy specifikus receptorokhoz kell kötődnie, melyhez szükség van a gyomorban lévő glikoprotein intrinsic faktorokra. A vitamin felszívódásához ezért szükséges a megfelelő gyomornedv termelődés. Ha a szervezetbe nagy koncentrációban kerül be a B12-vitamin, felszívódása passzív diffúzióval is történhet, viszont ennek nagyon kicsi a hatékonysága. A vérplazmában specifikus szállító fehérjéhez, a transzkobalaminhoz kapcsolódik. Legjelentősebb B12-vitamin tartalom a májban mérhető. A vitamin hiánya esetén csökken a termelés és szaporodásbiológiai zavarok léphetnek fel (Bokori, 2003). A B12-vitamin szükségletet sok tényező befolyásolja, így a következő takarmány összetevők is: kolin, metionin, folsav, aszkorbinsav, pantoténsav és a fehérje tartalom. A kérődzőknél a kobalt hiányos területeken szokott vitaminhiány előfordulni (Kovács, 2015).

2.2. Bendővédett vitamin készítmények tejtermelésre gyakorolt hatásai

Ebben a fejezetben azt szeretném bemutatni, hogy a világ különböző pontjain végzett takarmányozási kísérletek során milyen eredményeket értek el bendővédett vitaminok etetésével a tejtermelés vonatkozásában. Fontosnak tartom, hogy diplomadolgozatomban hangsúlyos szerepet kapjon az, hogy a különböző bendővédett vitamin kiegészítésekkel már több évtizede foglalkoznak azzal a céllal, hogy a tehenek minél nagyobb mennyiségben és jobb minőségben állítsanak elő tejet (2. táblázat)

Graulet és mtsai (2007) többek között azt kutatták, hogy a B-vitamin kiegészítés miként hat a tehenek tejtermelésére a laktáció korai szakaszában. A kísérletben folsavat (B9-vitamin) és/vagy B12-vitamint adtak a holstein-fríz fajtájú, többször ellett teheneknek. Az állatok takarmányát 3 héttel az ellés előtt és 8 héttel az ellés után egészítették ki az említett vitaminokkal. A kiegészítés előtt a tehenek takarmánya azonos volt. Az etetett TMR 88%-ban fűszénából, 7,8%-ban darált szemeskukoricából, 2,5%-ban szójalisztből, valamint ásványianyag- és vitamin premixből tevődött össze, illetve kalcium kiegészítést is tartalmazott kalcium-karbontát formájában. A takarmányok energia- és fehérjetartalmát folyamatosan vizsgálták a kísérleti periódus alatt nedves kémiai módszerekkel, illetve infravörös spektroszkópiával. A kutatás során a teheneket laktációs teljesítményük alapján osztották el, így egy-egy csoportban összesen négy-négy állat került elhelyezésre. Az állatokat kötött tartásmódban tartották istállóban, amelyben napi 16 óra megvilágítás alkalmaztak (Graulet és mtsai, 2007).

Az egyes termelési csoportokban lévő állatokat (összesen 24 db) véletlenszerűen osztották be a különböző kezelési csoportokba. Az 1. csoport a folsav (B9) vagy B12-vitamin kiegészítésben nem részesült kontroll csoport volt. A 2. kezelési csoportban lévő egyedek naponta 2,6 g folsav kiegészítést kaptak. A 3. csoportban lévő tehenek napi 0,5 g B12-vitamin kiegészítésben részesültek. A 4. csoport tehenei pedig 2,6 g/nap folsav és 0,5 g/nap B12-vitamin kiegészítést kaptak. Az alkalmazott vitaminkiegészítés egyik csoportban sem befolyásolta a takarmányfelvételt és a tehenek kondícióját. A laktáció első 8 hetében a csak folsav (B9) kiegészítés hatására jelentkezett szignifikánsan magasabb tejtermelés a kontroll csoporthoz képest ($P=0,01$). Ezen felül a fejt tejben a folsav koncentrációja szignifikáns mértékben megemelkedett ($P\leq 0,003$). Azon tehenek, amelyek csak B12-vitamin kiegészítést kaptak szignifikánsan alacsonyabb tejtermelést produkáltak, mint a többi kísérleti csoport és előbb is érték el a laktáció csúcát társaikhoz képest ($P=0,01$). Ugyanakkor a tejzsír koncentrációja

megemelkedett ($P=0,02$) a B12-vitamin kiegészítés következtében. A tej fehérje- és laktóztartalmát a kezelések nem befolyásolták (Graulet és mtsai, 2007).

A tejtermelésre és a tej összetételére vonatkozóan Sacadura és mtsai (2007) publikálták tanulmányukat. Felvetésük azt tartalmazta, hogy a vékonybélbe jutó takarmányban nem feltétlenül található annyi a bendő mikrobiom által szintetizált B-vitamin, amennyi az állatok igényét fedezné. Kísérletükben bendővédett B-vitamin keveréket használtak 3 g/nap/állat adagban, amely biotint, folsavat, pantoténsavat és piridoxint tartalmazott. A kutatás helyszínéül két, Kaliforniában található tejelő tehenészet szolgált, összesen két kísérletet állítottak be. A két telep egyikében a holstein-fríz fajtájú tehenek a laktációjuk közepén, míg a másik telepen a holstein-fríz tehenek a laktáció elején tartottak. Mindkét telepen létrehoztak egy-egy kontroll- és kezelt, B-vitamin kiegészítésben részesült csoportot. A laktációjuk közepén termelő tehenek esetében a tejhozamot nem befolyásolta a bendővédett vitamin kiegészítés, ugyanakkor a tejfehérje % magasabb ($P<0,05$), míg a tejszír % alacsonyabb lett a kontroll csoport tejével összehasonlítva ($P<0,01$). A korai laktációs tehenek esetében a tejhozam ($P<0,05$), a tejszírhozam ($P<0,01$), a tej fehérjetartalma ($P<0,01$) és a tej energiatartalma ($P<0,01$) is szignifikánsan megnövekedett a bendővédett készítmény etetésének hatására (Sacadura és mtsai, 2007).

Salimi és mtsai 2007-ben közzétett tanulmányában szintén holstein-fríz fajtájú tehenekkel végeztek kísérletet. A kísérletük 2003. novemberétől 2004. áprilisáig zajlott, amelyben az állatokat három kezelési csoportba osztották. Az első csoport szolgált kontroll csoportként, amely nem kapott biotin kiegészítést. A második kísérleti csoport napi szinten 10 mg biotin kiegészítésben részesült, míg a harmadik kísérleti csoport napi adagja 20 mg biotin volt. Egy csoportban összesen 4 állatot helyeztek el. A takarmány *ad libitum* állt az állatok rendelkezésére. Az etetett teljes takarmánykeverék 24%-ban lucernából, 16%-ban kukoricaszilázsából, 14,4%-ban árpából, 9%-ban szójából, 11%-ban gyapotmaglisztből, 14%-ban búzából és 8,8%-ban kukoricából állt. Emellett tartalmazott még takarmánysót, takarmánymeszet, mikroelem- és vitaminpremixeket, valamint bikarbonátot is. A teheneket naponta háromszor fejték és hetente egyszer mintázták a fejt tejet. A biotin-kiegészítés hatására nem növekedett meg egyik csoport takarmányfelvétele sem a kontroll csoporthoz viszonyítva. Az átlagos tejhozamban ugyancsak nem volt statisztikailag igazolható különbség a csoportok között. Továbbá a kísérletben alkalmazott dózisban a biotin kiegészítés nem volt szignifikáns hatással a 4%-os zsírtartalomra korrigált tej mennyiségére sem (Salimi és mtsai, 2007).

Ferreira és mtsai (2007) vizsgálatuk során az állatok tejtermelése alapján két csoportot alakítottak ki. A nagytejű csoport (~45 kg/nap tejtermelés) és a kistejű csoport (~23 kg/nap

tejtermelés) egyaránt húsz-húsz állatot foglalt magába. A nagytejű csoportban négy, a kistejű csoportban pedig tizenhat állat volt vemhes. Mind a kistejű, mind a nagytejű csoportból tíz-tíz állatot osztottak be a kontroll csoportokba és a kiegészítést kapott csoportokba. A bendővédett biotin kiegészítés mértéke 20 mg/nap volt. A biotin kiegészítés hatására a leadott tej mennyisége tekintetében nem volt megfigyelhető statisztikailag igazolható különbség a kistejű csoportban a kontroll és a kezelt csoport között. Ugyanakkor a nagytejű csoport esetében a kiegészítést kapott tehenek tejtermelése szignifikánsan magasabb volt a kontroll csoporthoz képest ($P < 0,02$) (Ferreira és mtsai, 2007).

Enjalbert és mtsai (2007) Franciaországban a bendővédett biotin szarvasmarhák tejtermelésére gyakorolt hatását kutatták. A bendővédett készítményt napi szinten 20 mg mennyiségben adagolták a kezelt csoport részére. Ezt 100 g búzadarával keverték össze és vezérelt adagolókon keresztül került az állatok elé. Két csoportot alakítottak ki, amely a kontroll csoport és a biotin kiegészítésben részesült csoport volt. Kezdetben egy-egy csoportban 22 állatot helyeztek el, amelyekből 6 előhasi üsző, 16 pedig többször ellett tehén volt. Az összehasonlítás során figyelembe vették azt, hogy a szarvasmarhák ellettek-e már vagy sem. Egészségügyi problémák, mint a tüdőgyulladás, és anyagcsere-zavarok megjelenése miatt a kísérleti állatok száma négygyel csökkent. A takarmányozás *ad libitum* módon történt. A TMR kukoricaszilázs és angolperje széna alapú volt. Ezen felül a laktáló tehenek egyedenként kaptak gabonából, gabona melléktermékekből és gabona őrleményekből álló kereskedelmi forgalomban kapható koncentrátumot, amelyet számítógéppel vezérelt etetővel osztottak ki részükre. Ennek a mennyisége a laktáció első és második hetében 0,5-1,0 kg/nap között változott. A mennyisége heti szinten maximum 1 kg-al növekedett a tejtermelés növekedésének függvényében és nem haladhatta meg a napi 8 kg-ot. A biotin kiegészítést a várható ellés időpontja előtt 15 nappal kezdték el adagolni egészen az ellés utáni 120. napig. A védett biotin etetésének hatására a termelt tej mennyisége megnövekedett a többször ellett tehenek esetében szemben a kontroll csoportban található többször ellett tehenek termelésével. A növekedés átlagosan napi 4 kg tej volt a laktáció első hat hetében. A hatodik hét után a kiegészítés nem befolyásolta a termelt tej mennyiségét a kontroll csoporttal összehasonlítva. A tej zsírtartalmát a kiegészítés egyik csoportban sem befolyásolta (Enjalbert és mtsai, 2007).

Evans és Mair 2013-ban takarmányozási kísérletükben azt kutatták, hogy miként hasznosul a védett és a nem védett formában adott biotin az állatok szervezetében. Összesen négy, az USA-ban található farmon végeztek kísérleteket. A farmokon az állatlétszám 120 és 300 egyed között alakult. Védett formában egy, három különböző termékből álló (Vicomb P+®, Jefe Nutrition Inc., St. Hyacinthe, QC) készítményt használtak, naponta 3 grammot adagoltak

belőle az állatoknak. A készítmény 10 mg biotint, valamint ezen felül folsavat, pantoténsavat és piridoxint biztosított az állatok számára. A nem bendővédett biotin napi adagja 10 mg/nap volt a takarmányban, amelyet helyettesítettek a bendővédett készítménnyel. A tejhozam, a tejszír és a tejfehérje változását mérték. Az eredményeket a négy eltérő farm egyéni adataiból egyesítették és elemezték ki. Eredményül azt kapták, hogy a védett biotin hatására a tejmenyiség, a tejszír- és a tejfehérje-tartalom is szignifikáns mértékben megnövekedett ($P < 0,05$). A kísérletben első-, másod- és harmadlaktációs tehenek is voltak. Kimutatható volt, hogy a laktáció száma befolyásolta a kiegészítés hatásosságát. Az eredmények alapján a tejhozam és a tejfehérje-tartalom az első laktációs teheneknél nem növekedett meg (Evans és Mair, 2013).

Morrison és mtsai (2018) Kanadában azt kívánták felmérni, hogy a bendővédett B-vitaminok és a bendővédett kolin együttese (*RPBC*) miként befolyásolja a szarvasmarhák tejtermelését. A vizsgálat 2015. novembere és 2016. decembere között zajlott, három különböző tejtermelő gazdaságban. A gazdaságokban lévő állatlétszám 797, 354 és 195 volt. A tejmintákat hetente gyűjtötték az egyes gazdaságokból, majd megvizsgálták azokat. A tejtermelő gazdaságokat véletlenszerűen osztották be a kezelt vagy nem kezelt gazdaságok közé. Összesen kettő, hat hónapos periódus alatt mindhárom helyszínen lezajlottak a kísérleti etetések. Az etetett, bendővédett vitaminokat és a placebo kontroll kiegészítést, „A” és „B” jelölésekkel, 25 kilogrammos zsákokban szállították a telepekre. Egyik esetben a kiegészítést kereskedelmi forgalomban kapható szabadalmaztatott termékekből állították elő (Transition VB; Jefe, St. Hyacinthe, Quebec, Canada). Ez a termék 21% kolint, valamint riboflavint, folsavat, B12-vitamint, A-vitamint, D3-vitamint, illetve E-vitamint tartalmazott mikrokapszulázott formában. Míg a másik esetben (placebo) a 25 kilogrammos zsákban mindösszesen egy hasonló konzisztenciájú lipid termék volt (Jefe Dairy Fat). A dolgozók feladata az volt, hogy az első hat hónapban az „A” vagy „B” zsák tartalmából az etetés során 100 g/tehen/nap mennyiségben adagolják a takarmányához a kiegészítő bendővédett vitaminokat, vagy pedig a placebo (kontroll csoport) zsírkiegészítést. A dolgozók nem tudták, hogy melyiket is adják az állatoknak, így kizárható volt az, hogy a kapott eredményeket befolyásolni tudják. Összességében eredményül azt kapták, hogy a bendővédett vitamin-kiegészítés hatására a tejtermelési mutatókban (tejhozam, tejfehérje és tejszír %) nem jelentkezett statisztikailag igazolható eltérés a csoportok között (Morrison és mtsai, 2018).

2. táblázat: A tejtermelésre vonatkozó kutatások összefoglaló táblázata

Kutatók	Kiegészítés	Mennyiség	Hatás
Enjalbert és mtsai (2007)	biotin	20 mg/nap	A védett biotin etetésének hatására a termelt tej mennyisége megnövekedett a többször ellett tehenek esetében, a növekedés átlagosan napi 4 kg tej volt a laktáció első hat hetében. A hatodik hét után a kiegészítés nem befolyásolta a termelt tej mennyiségét. A tej zsírtartalmát a kiegészítés egyik csoportban sem befolyásolta.
Evans és Mair (2013)	biotin, folsav, pantoténsav és piridoxin	10 mg/nap (biotin adagja)	A védett biotin kiegészítés hatására megnövekedett a tejmennyiség, a tejzsír- és a tejfehérje tartalom a 2. és 3. laktációjú tehenekben.
Ferreira és mtsai (2007)	biotin	20 mg/nap	A nagytejű teheneknél (45 kg tej/nap) a kiegészítés hatására megnövekedett a leadott tejmennyiség, míg a kistejű teheneknél (23 kg tej/nap) nem volt különbség a kezelt és a kontroll csoport között.
Graulet és mtsai (2007)	folsav (B9-vitamin) és/vagy B12-vitamin	2. csoport: 2,6 g/nap folsav; 3. csoport: 0,5 g/nap B12-vitamin 4. csoport: 2,6 g/nap folsav + 0,5 g/nap B12-vitamin	A laktáció első 8 hetében a csak folsav (B9-vitamin) kiegészítés hatására szignifikánsan magasabb tejtermelést volt detektálható, valamint magasabb volt a tej folsav koncentrációja. A csak B12-vitamin kiegészítésben részesült tehenek szignifikánsan alacsonyabb tejtermeléssel rendelkeztek, mint a többi kísérleti csoport egyedei és előbb is érték el a laktáció csúcsát.
Morrison és mtsai (2018)	kolin, riboflavin, folsav, B12-vitamin, A-vitamin, D3-vitamin, E-vitamin	100 g/nap	A tejhozamot és a tej beltartalmi tulajdonságait nem befolyásolta a kísérleti kezelésben adott kiegészítő bendővédett vitaminkészítmény.
Sacadura és mtsai (2007)	biotin, folsav, pantoténsav és piridoxin	3 g/állat/nap	A laktációjuk közepén termelő tehenek esetében nem volt hatással a kiegészítés a tejtermelésre (1. csoport). A laktáció korai szakaszában szignifikánsan megnövekedett a napi fejt tej mennyisége (2. csoport).
Salimi és mtsai (2007)	biotin	10 mg/nap (2. csoport); 20 mg/nap (3. csoport)	A kiegészítés nem volt hatással a termelt tej mennyiségére és a tej beltartalmi értékeire.

2.3. Bendővédett vitamin készítmények egyéb hatásai

A tejtermelésre gyakorolt hatásokon kívül a legtöbb kísérletben egyéb eredményeket is közöltek a kutatók. Több publikációban azt is leírták, hogy például miként befolyásolták a kísérleti kezelések a vér vitamin- és zsírsav tartalmát, hogyan hatottak az állatok termékenységére, azok egészségi állapotára. Ezeket az eredményeket ebben a fejezetben fogom bemutatni (3. és 4. táblázat).

Graulet és mtsai (2007) eredményeikben közölték, hogy a folsav-kiegészítés hatására az állatok vérének folsav koncentrációja megnövekedett ($P=0,05$). Ugyanakkor a B12-vitamint és folsavat együttesen fogyasztó állatok vérplazmájában a folsav hatására a B12-vitamin szintje alacsonyabb volt, ami a két vitaminnal végzett kiegészítés együttes hatásának tudható be ($P=0,004$). A vérplazma folsav tartalma nem változott a laktáció 2-8. hetétől a laktációs időszak végéig (Grauler és mtsai, 2007).

Ferreira és mtsai (2007) eredményei alapján a biotin kiegészítés nem befolyásolta a bendőfolyadékban található legtöbb illózsírsav (volatile fatty acid, VFA) moláris arányát, kivéve a valeriánsav részarányát, mely szignifikáns mértékben elmaradt a kontrollban mért értéktől az alacsonyabb termelésű tehenekben.

Morrison és mtsai (2018) nem tapasztaltak szignifikáns különbséget a zsírsavak vérszérumban mérhető koncentrációjában a különböző B-vitaminokkal (kolin, riboflavin, folsav, kobalamin) kezelt és a kontroll csoport között. Leírták azt is, hogy a kezelések nem befolyásolták a klinikai betegségek kialakulásának arányát, sem pozitív sem pedig negatív irányban. A kezelések az állatok termékenységét sem befolyásolták, sem ovuláció tekintetében az ellés utáni 8. héten, sem pedig az első mesterséges termékenyítésig eltelt idő hossza kapcsán.

Duplessis és mtsai (2014) a folsav és a B12-vitamin tejtermelésre gyakorolt hatásán kívül a tejelő tehenek kondíciójának a változását is vizsgálták. A vizsgálat egyik célja az ellés előtti és a korai laktációs időszakban lévő (első 60 nap) tehenek energiaegyensúlyának felmérése volt. A kutatásba összesen 805 tejelő tehenet vontak be, 15 különböző állományból. Az állatok között megtalálhatóak voltak többször ellett egyedek és előhasi üszők is. A B-vitamin kiegészítést intramuszkuláris injekció formájában végezték. A kontroll csoport esetében az injekció mindösszesen 5 ml, 0,9%-os fiziológiás sóoldatot tartalmazott. A kezelt csoportnál az intramuszkuláris úton injektált kiegészítés tartalmazott 320 mg folsavat és 10 mg B12-vitamint. Az injekciót az állatok 2010. februárjától decemberéig kapták minden második hónapban, hetente 1 alkalommal. Eredményeikben közlik, hogy 21 nappal (± 8) az ellés előtt az átlagos testtömeg nem különbözött a kontroll és a kezelt csoport között sem az előhasi

űszőknél, sem pedig a többször ellett teheneknél. Az ellés után ugyanakkor nagyobb volt a kezelt csoport egyedeinek a testtömege a kontroll csoporthoz viszonyítva, de ez nem volt szignifikáns ($P \leq 0,08$). Az ellés előtti 21. naptól az ellés utáni 7. napig a becsült testtömeg-vesztesség statisztikailag nem különbözött a kezelés hatására a kontroll csoporthoz képest (Morrison és mtsai, 2018).

Cheng és mtsai (2020) a betain és a bendővédett folsav hatásait vizsgálták tejelő teheneken. A vizsgálat során a bendő fermentációs tulajdonságokat, a táplálóanyag emésztési sajátosságok esetleges változását és a vér metabolitjainak arányát kutatták. Az állatokat a napi tejhozam szerint véletlenszerűen osztották be négy kezelési csoportba, 2x2-es faktoriális blokkterv alapján. A kísérlet 110 napig tartott. A kezelt csoportok takarmányát 4 g/kg betainnal és 5,2 mg/kg bendővédett folsavval egészítették ki, külön-külön és együttesen alkalmazva. A táplálóanyagok látszólagos emészthetőségében nem mutatkozott szignifikáns különbség. Ugyanakkor az NDF és az ADF látszólagos emészthetősége statisztikailag igazolhatóan kedvezőbb volt a kiegészítést kapott csoportokban ($P < 0,05$). A bendő teljes VFA-koncentrációja és az ecetsav moláris aránya szignifikáns mértékben megnövekedett a betain és a bendővédett folsav kiegészítés együttes hatására ($P < 0,05$). Ezzel szemben a propionsav moláris aránya csökkent a bendő VFA tartalmában ($P < 0,05$). A butirát, valeriát és izobutirát aránya nem változott a kezelés hatására. A bendő ammónia-N koncentrációját a betain statisztikailag igazolható mértékben csökkentette, míg a bendővédett folsav nem volt rá hatással. A vér folsav koncentrációja 20,2%-kal csökkent, amikor a betaint önállóan adták a takarmányhoz és 30,4%-kal nőtt, amikor a betaint a bendővédett folsav kiegészítéssel együtt adták ($P < 0,05$). A testtömeget tekintve nem volt különbség a kezelt csoportok és a kontroll csoport között (Cheng és mtsai, 2020).

Bollatti és mtsai (2020) a bendővédett kolin tejelő tehenek egészségi állapotára gyakorolt hatását vizsgálták. A kezelt csoport egyedei naponta 12,9 g bendővédett kolin fogyasztottak. Hipotézisük szerint a bendővédett kolin csökkenti a máj triacilglicerín-szintjét az ellés után és mérsékli a gyulladásos folyamatokat. A kísérletet 2016. novembere és 2017. szeptembere között végezték, összesen 113 vemhes, szárazon álló holstein-fríz fajtájú tehénrel, amelyek legalább már egy korábbi laktációs időszakon túl voltak. A vemhesség utolsó három hetében a bendővédett kolin kiegészítés nem volt hatással a vérben található akut fázisú fehérjék (fibrinogén, haptoglobulin) koncentrációjára, valamint a szabad zsírsavak, a glükóz, a triacilglicerín és a β -hidroxivajsav szintjére. Az ellés után a bendővédett kolin-kiegészítés nem befolyásolta a vér glükóz- és szabad zsírsav koncentrációját. A kolin kezelés nem befolyásolta továbbá az ellés utáni betegségek előfordulásának arányát sem (Bollatti és mtsai, 2020).

3. táblázat: A bendővédett vitamin készítmények egyéb hatásai

Kutatók	Kiegészítés	Mennyiség	Hatás
Ferreira és mtsai (2007)	biotin	20 mg/nap	A biotin kiegészítés nem befolyásolta a bendőfolyadékban található legtöbb illózsírsav (VFA) moláris arányát, kivéve a valeriánsavét, amely csökkent az alacsonyabb termelésű tehenek biotin-kiegészítése után.
Graulet és mtsai (2007)	folsav (B9-vitamin) és/vagy B12-vitamin	2. csoport: 2,6 g/nap folsav; 3. csoport: 0,5 g/nap B12-vitamin 4. csoport: 2,6 g/nap folsav + 0,5 g/nap B12-vitamin	A folsavkiegészítés hatására a kiegészítést kapott állatok vérének folsavkoncentrációja megnövekedett. A B12-vitamint és folsavat is kapott állatok vérplazmájában a folsav hatására a B12-vitamin szintje alacsonyabb volt, ami a két kiegészítés együttes hatásának tudható be. A vérplazma folsav tartalma nem változott a laktáció 2-8. hetétől a laktációs időszak végéig.
Bolatti és mtsai (2020)	bendővédett kolin	12,9 g/nap	A vemhesség utolsó három hetében a bendővédett kolin kiegészítés nem volt hatással az akut fázisú fehérjék (fibrinogén, haptoglobulin) koncentrációjára, valamint a szabad zsírsavak, a glükóz, a triacilglicerín és a β -hidroxi-vajsav szintjére. Az ellés után a kolin-kiegészítés nem befolyásolta a vér glükóz- és szabad zsírsav koncentrációját. A kezelés nem befolyásolta az ellés utáni betegségek előfordulásának arányát sem.

4. táblázat: A bendővédett vitamin készítmények további hatásai

Kutatók	Kiegészítés	Mennyiség	Hatás
Duplessis és mtsai (2014)	folsav és B12-vitamin	320 mg folsav; 10 mg B12-vitamin	Az átlagos testtömeg nem különbözött a kontroll és a kezelt csoport között sem az előhasi üszöknél, sem pedig a többször ellett teheneknél. Nem volt megfigyelhető testtömegbeli különbség a kontroll és a kísérleti csoport között az ellés előtt. Az ellés után nagyobb volt a kezelt csoport egyedeinek a testtömege a kontroll csoporthoz viszonyítva Az ellés előtti 21. naptól az ellés utáni 7. napig a becsült testtömeg-vesztés statisztikailag nem különbözött a kezelés hatására a kontroll csoporthoz képest.
Morrison és mtsai (2018)	kolin, riboflavin, folsav, B12-vitamin, A-vitamin, D3-vitamin, E-vitamin	100 g/nap	Nem tapasztaltak különbséget a zsírsavak vérszérumban mérhető koncentrációjában a kezelt és a kontroll csoport között. A kezelések nem befolyásolták a klinikai betegségek kialakulásának arányát, sem pozitív sem pedig negatív irányban. A kezelések az állatok termékenységet sem befolyásolták, sem ovuláció tekintetében, sem pedig az első mesterséges termékenyítésig eltelt idő hossza kapcsán.
Cheng és mtsai (2020)	betain és bendővédett folsav	2. csoport: betain: 4 g/kg; 3. csoport: bendővédett folsav: 5,2 mg/kg; 4. csoport: betain: 4 g/kg, bendővédett folsav: 5,2 mg/kg	A táplálóanyagok látszólagos emészthetőségében nem volt szignifikáns különbség. Ugyanakkor az NDF és az ADF látszólagos emészthetősége kedvezőbb volt a kiegészítést kapott csoportokban A bendő teljes VFA-koncentrációja és az ecetsav moláris aránya szignifikáns mértékben megnövekedett a betain és a bendővédett folsav kiegészítés együttes hatására. A propionsav moláris aránya csökkent a bendő VFA tartalmában. A butirát, valerát és izobutirát aránya nem változott a kezelés hatására. A bendő ammónia-N koncentrációját a betain csökkentette, míg a bendővédett folsav nem volt rá hatással. A vér folsav koncentrációja 20,2%-kal csökkent, amikor a betaint önállóan adták a takarmányhoz és 30,4%-kal nőtt, amikor a betaint a bendővédett folsav kiegészítéssel együtt adták az állatok részére. A testtömegben nem volt különbség a kezelt csoportok és a kontroll csoport között.

3. Célkitűzés

A diplomadolgozatomban bemutatott kísérlet során arra kerestük a választ, hogy az előkészítő (1. kép) fázisban végzett, a takarmánnyal felvett bendővédett B-vitamin kiegészítés (B5-, B6-, B7-, B9- és B12-vitamin: Jefe Secure Lactation formájában, 4 g/nap mennyiségben) milyen hatást gyakorol első borjas és többször ellett tehenek termelési paramétereire. A vizsgált tényezők közé a termelt tej mennyisége, a szaporodásbiológiai mutatók és az alapvető állategészségi tényezők (kiesés, metritis, mastitis, zsírmáj szindróma, hasmenés, lábkezelés, borjak vérszérumának immunglobulin tartalma) tartoztak.



1. kép: Előkészítő csoport. Kocsola, Kocsolai Mezőgazdasági Szövetkezet, 2020 (Forrás: saját felvétel)

4. Anyag és módszer

4.1. A telep bemutatása

A kísérlet helyszínül a Kocsolai Mezőgazdasági Szövetkezet szarvasmarha telepe szolgált. A szövetkezet 2000 ha-on gazdálkodik, ebből 120 ha ösgyep, a többi területen szántóföldi növénytermesztés folyik. A szarvasmarha telep Kocsola település közelében foglal helyet. Az 1970-es évektől kezdve tartanak itt tejelő szarvasmarhákat. Kocsola település Tolna vármegye délnyugati részében helyezkedik el a Dunántúli-dombvidéken. Az etetési kísérlet idején a telep 508 egyedből álló tehén állománnyal rendelkezett, melyből 450 egyed vett részt a tejtermelésben (laktáció). A telep állománya holstein-fríz fajtába tartozik.

A kísérlet helyéül szolgáló szarvasmarha telep több tényezőjét tekintve is korszerűtlen technológiai adottságokkal rendelkezik. Az évek folyamán az állatok létszáma növekedett, de a tartástechnológia ezzel párhuzamosan nem javult. Ugyanakkor a jelenlegi adottságok mellett is szeretnének egyre jobb termelési színvonalat elérni. (A kísérlet évében produkált laktációs eredményeiket az 5. táblázat mutatja.)

5. táblázat: A telep termelési mutatói a vizsgálat idején

Laktációs termelés (kg) 305 nap	Átlagos laktáció szám	Tejzsír (%)	Tejfehérje (%)	Két ellés közti idő (nap)
10600 kg	2,1	3,9	3,4	420 nap

A telepen a helyi sajátosságoknak megfelelően történik az előkészítés: egyfázisú szárazonállást valósítanak meg. Ez azt jelenti, hogy a tejelő időszakot lezáró apasztástól kezdődően egészen az ellésig egy elhelyezési-takarmányozási csoportban vannak az állatok.

A csoport létszáma változó, az egyes időszakok vemhesüléséhez igazodóan. A kísérlet időszakában (38 egyed a kontroll időszakban és 44 egyed a kezelt időszakban) volt a csoportban. A csoportban átlagosan 45 napot tartózkodtak az állatok.

Ennek az időszaknak a hossza egyedenként változó volt, amit leginkább a következők befolyásoltak: az apasztás időpontja, az állat kora, ellés szám, születendő borjak száma.

Az állatokat nyitott, kötetlen, növekvő almos istállóban helyezték el. Naponta szalmát raktak alájuk és kétnaponta tolták ki a trágyát. Az ivóvízhez való hozzáférés folyamatos.

A csoportot fedett etetőasztalra etetik, naponta egyszer, de naponta többször az állatok elé igazítják a takarmányt. A kiosztott takarmány TMR. Az egyfázisú, tranzíciós csoport takarmányozása jelentősen különbözik a hagyományos kétfázisú szárazonállás

takarmányozásától. Mindegyik módszernél a termelő csoportokhoz képest, mind mennyiségében, mind táplálóanyag tartalmában egy visszafogottabb takarmányozás valósul meg. Ennek részeként egy kisebb fehérje és keményítő koncentrációjú, de rostban emelkedettebb szintű adagot készítenek. Mindegyik megoldásnál határozottan megfogalmazott cél, hogy a tehén kondíciójának megőrzése mellett, megvalósuljon az egészséges vehemnevelés és az ellés utáni intenzív termelési időszakhoz a tehén bendőjének és tőgyének előkészítése, és az ellés körüli időszak állategészségügyi problémák elkerülése (ellési bénulás, ketózis, elhúzódó involúció). Itt a takarmányozás megvalósításában kiemelt feladat a tehén szárazanyag felvételének a menedzselése. Ez azt jelenti, hogy egészen az ellésig minél magasabb szinten fenn kell tartani az étvágyat, majd az ellést követően minél hamarabb maximalizálnunk kell a takarmány felvételt ([http4](#)).

A telep az egyfázisú szárazonálláshoz egy anionos előkészítési megoldást választott. Ennél a megoldásnál lehetőség volt arra, hogy szinte ugyanazokat a tömegtakarmány és abrak összetevőket kapják, csak eltérő arányban a szárazonálló és a termelő tehenek is (*7. táblázat*). Ez valószínűleg mérsékeli az ellés utáni takarmány váltási stresszt. Tömegtakarmány oldalról a szárazonállót az teszi a szakasz számára kedvezőbbé, hogy a ballasztosabb, és kisebb kálium tartalmú szalma is az adagba kerül ([http5](#)). A takarmányozási szakasz egyediségét a kísérlet során a kezelt időszakban hozzákevert takarmány kiegészítő vitamin és ásványi anyag tartalma (Jefo Secure Lactation) adja. Az előkészítés időszakában az állatok bekerülnek egy prevenciósz kezelési sorba és két alkalommal bóluszt kapnak (*8. táblázat*).

A kísérlet abban az élettani szakaszban volt beállítva, ahol a legjelentősebb változások történnek (takarmányváltás, tartástechnológiai változás, ellés, fejés kezdete) és ahol az egyik legtöbb stressz éri az állatokat. Stressz faktort jelent, hogy a termelés és a szárazonállás minden időszakában viszonylag zsúfoltan tartják az állatokat. Stressznek tekinthető továbbá az is, hogy az előkészítő kislétszámú, növekvő almos technológiájú csoportjából közel dupla létszámú, pihenőboxos termelőcsoportba kerülnek át az állatok (*2.kép*). A takarmányozás oldaláról külön stresszt jelentett, hogy a kísérlet időszakában a tömegtakarmányok minősége gyenge, és visszafogott táplálóanyag tartalmú volt. Ezek a tényezők együttesen a laktáció elején rontják a tehenek szárazanyag-felvételét és megnövelhetik a fokozott kondícióvesztés esélyét, anyagforgalmi betegségek (ketózis) kialakulásának lehetőségét.



**2. kép: Tejtermelő csoport istállója.
Kocsola, Kocsolai Mezőgazdasági
Szövetkezet, 2020 (Forrás: saját felvétel)**

A kísérlet alatt négy termelő csoport volt, amelyek két istállóban voltak elhelyezve. A termelő csoportok létszáma eltérő volt. A tehenek elléstől eltelt idő (laktációs nap) és ellés szám alapján kerültek csoportosításra, a 6. táblázatban látható módon. A 3. és 4. termelőcsoport között nem volt különbség, mindegyikben többször ellett tehenek voltak elhelyezve.

A fogadó csoportban az állatok átlagosan 30-45 napot töltenek. A fogadó csoportot ezen időszak után elhagyták és egy ellés szám szerinti termelőcsoportba kerültek át a tehenek. A négy termelőcsoport csak tartási hely szerint különült el egymástól, de azonos takarmányozási csoportba tartoztak. Mindegyik termelőcsoport az úgynevezett nagytejű takarmányadagot kapta (3. kép). Ez 38-42 liter tej termelésének táplálóanyag-szükségletét elégíti ki. Így mindegyik csoport ugyanolyan koncentrációjú takarmányt fogyasztott, csak eltérő mennyiségben. A termelő csoportoknak naponta kétszer osztottak ki takarmányt.

**6. táblázat: Termelő csoportok a Kocsolai
Mezőgazdasági Szövetkezetben**

	Termelő csoport megnevezése	Létszám
1. csoport	Fogadó	60-80
2. csoport	Első borjas gyűjtőcsoport	130-160
3. csoport	Többször ellett gyűjtőcsoport	140-150
4. csoport	Többször ellett gyűjtőcsoport	140-150

A telepen De Laval fejési rendszert használnak (2x12 paralel). A tehenek naponta kétszer voltak fejve. A fejési adatok több telepírányítási rendszer szoftverében is rögzítésre kerültek. A használt szoftverek a következők voltak: Alpro, Talp és Riska. A kísérlet időtartama alatt a telep fejési átlaga 32 kg/nap volt, az istálló átlag pedig 28 kg/nap.

4.2. A kísérletben résztvevő állatok

A kísérlethez ellés előtt álló állatok lettek kiválasztva. A vizsgálatban egyaránt részt vettek első borjas és többször ellett tehenek is. A kontroll csoport a 2020.09.26. és 2020.10.17. között megellett állatokból állt, ami 38 egyedet jelentett. A kontroll csoport átlagos laktációs száma 0,97 volt. A kezelt csoport 2020.11.18. és 2020.12.16. között ellett állatokból állt, ami 44 egyedet tett ki. A kezelt csoport átlagos laktációs száma 1,67 volt.

4.3. Takarmányozás

A tehén állománnyal etetett teljes takarmánykeverék (TMR) (3. kép) általánosságban a következő tömegtakarmányokon alapult (7. táblázat): kukoricaszilázs, gabonaszenázs (rozs). A telepen felhasznált tömegtakarmányok saját termelésből származnak, de évközben a takarmányok száma és aránya a készletektől függően változik. Abraktakarmányok közül a cég magának termeli meg a kukoricát és a búzát. A többi abrakösszetevő vásárolt. A napi takarmányadag összetevőit etetés előtt takarmánykeverő-kiosztó kocsiban keverik össze. Kész tápot nem használnak, alapanyagokból dolgoznak. A szükséges vitamin, ásványi anyag és takarmánykiegészítők a premixen keresztül kerülnek a takarmányadagba. A takarmány bemérését, keverését és kiosztását SILOKING SelfLine Compact 1612-es önjáró takarmánykeverő-kiosztó kocsival végezték el, amely a 4. képen tekinthető meg.



3. kép: Nagytejű TMR. Kocsola, Kocsolai Mezőgazdasági Szövetkezet, 2020 (Forrás: saját felvétel)



4. kép: Önjáró takarmánykeverő-kiosztó kocs. Kocsola, Kocsolai Mezőgazdasági Szövetkezet, 2023 (Forrás: saját felvétel)

A takarmánykeverő-kiosztó kocsiba az összetevők bemérése a következő sorrendben történik:

- a fehérjehordozó abrakkomponensek darája (extrahált szójadara, extrahált repcedara, védett fehérje)
- premix, koncentrátum
- saját előállítású abrakkomponensek darája (kukorica, búza)
- melasz
- szalma
- nedves répaszelet
- erjesztett tömegtakarmányok (rozsszilázs, fűszenázs, lucernaszenázs, silókukorica szilázs)
- víz

Az előkészítő, fogadó és nagytejű csoportokban komplett takarmánykeveréket (TMR-t) etetnek. A telep sajátossága, hogy a szükséges vitaminok, ásványi anyagok és takarmánykiegészítők nem csak az önkéntes takarmány felvételen keresztül (TMR-ből) jutnak az állatok szervezetébe. A napi takarmány kiosztás mellett, időszakai, egyedi ellátást biztosítanak speciális bóluszokkal és drenchekkel, mely részletesen a 8. táblázatban látható. Egyes élettani szakaszok speciális egyedi igényét, többlet szükségletét ezekkel az anyagokkal elégítik ki, miközben az alaptakarmányozás állandó. A szövetkezetben azért választották ezt a kiegészítő megoldássort, hogy a meglévő technológiai hiányosságokat orvosolják (az istállók zsúfoltak, a tömegtakarmányoknál még nem érték el a kívánt minőséget). A 7. táblázatban az előkészítő és a fogadó csoportban etetett TMR összetétele követhető nyomon.

7. táblázat: A különböző csoportokkal etetett teljes takarmánykeverék összetétele és beltartalmi paraméterei

Összetétel	Előkészítő	Fogadó
Kukorica szilázs (kg)	16,5	26
Rozs szenázs (kg)	-	8
Lucerna szenázs (kg)	5	-
Nedves répaszelet (kg)	-	6
Búzaszalma (kg)	1,5	-
Kukorica (kg)	1,5	5,8
Repce (kg)	1,5	4
Amino Plus (kg)	0,5	1,5
Melamix HU Melasz (kg)	-	1,2
Mipro Pren Kocsola 400 HU	0,4	-
Extrahált napraforgódara	-	1
HU7345 Mipro Kocsola 900	-	0,9
Összes (kg nedves tömeg)	26,9	54,4
Összes (kg szá.)	12,8	26,39
Táplálóanyag-tartalom	Előkészítő	Fogadó
Nyersfehérje (% szá.)	14,53	16,93
Cukor (% szá.)	2,23	5,94
Keményítő (% szá.)	28,96	30,93
ADF (% szá.)	24,61	17,16
NFC (% szá.)	38,27	43,56
Ca (% szá.)	0,98	0,68
P (% szá.)	0,38	0,44

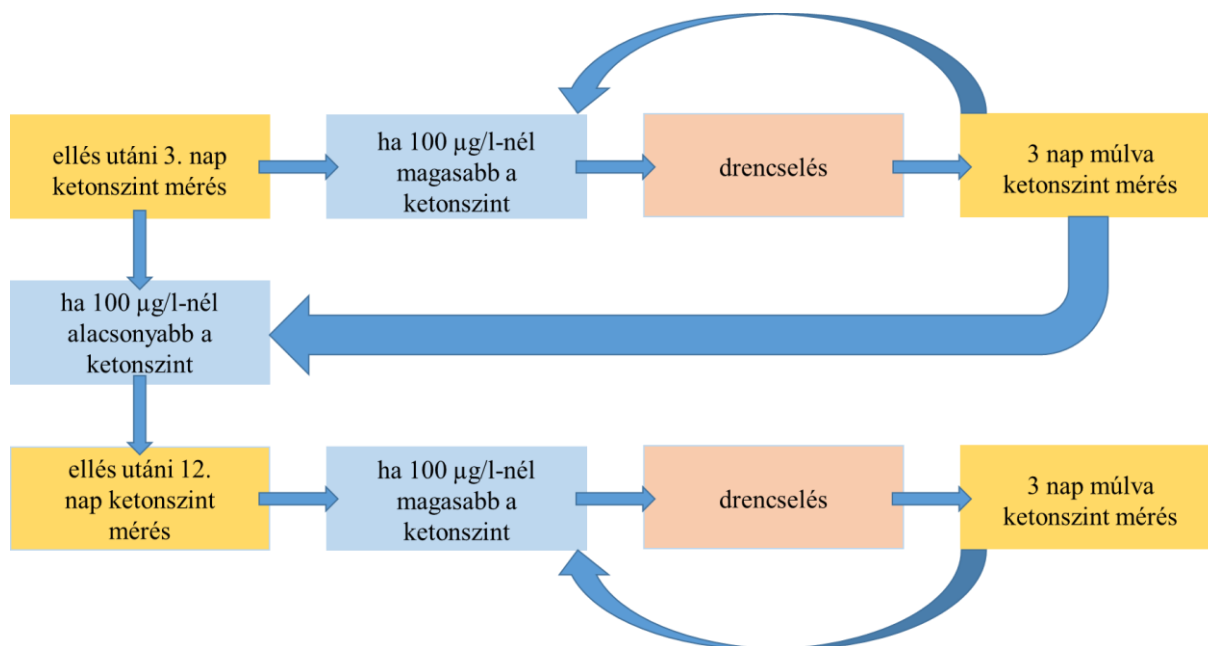
8. táblázat: A telepen alkalmazott bóluszok és drenchek részletes leírása

	Mikor	Termék neve	Milyen formában	Meghatározó hatóanyaga	Hatása/használat indoka
1.	ellés előtt 2 héttel	Kexxtone	bólusz	monenzin-nátrium (monenzin)	ketózis előfordulásának csökkentése
2.	ellés előtt 1 héttel	Bolidays Control	bólusz	L-karnitin,cink, védett kolin és metionin	az étrendváltást segíti a borjadzás környékén és a tejelválasztás kezdetét optimalizálja
3.	ellés után azonnal	Sano BoviFit	önkéntes drenchs	édes tejavópor, szőlőcukor, nátrium-klorid, lenpogácsa, sörélesztő	gyors energia, elektrolit és hatóanyag ellátás biztosít, bendőfunkciót stimulálja, a tehén a jó közérzetét gyorsabban visszanyeri
		SALVANA Lakt Start Drink	önkéntes drenchs	szőlőcukor, savópor, nátriumklorid, dinátriumfoszfát, kalcium-karbonát, kálium-klorid, A, D3 és E vitamin, nikotinsav	a tehenek az ellés után hamar regenerálódnak és könnyen elviselik a laktáció első napjainak megterhelését
4.	első fejéskor	RumiLife CAL24	bólusz	kalcium-klorid, kalcium-karbonát, kalmin, magnézium-oxid	ellési bénulás kockázatát csökkenti
		Bolifast Rumen	bólusz	nikotinsav, betain, kolin-klorid, butil-hidroxi-toluol	bendő serkentő hatású, acidózis kockázatának csökkentése
5.	második fejéskor	Boliflash Calcium	bólusz	kalcium-formiát, kalcium citrát, kalciumkarbonát, szorbitol, magnézium-sztearát	ellési bénulás és a tünetmentes hipokalcémia kockázatát csökkenti
		AHV Metri	bólusz	gyógynövények, kalcium-karbonát, magnézium- oxid	Involúciót segíti

Az említett bóluszos kezelések preventív jellegűek. A telepen ehhez kapcsolódóan energia-ellátás kontroll is történik. Ez az energia-ellátás kontroll egy olyan eljárás, amely folyamatosan, a laktációs időszak elején, egyedenként a ketoszint ellenőrzésével valósul meg.

Ketonszintet mérnek a telepen az összes frissen ellett tehénnél az ellés utáni harmadik és tizenkettedik napon. A telepen szeretnék minél előbb felderíteni a frissen ellett tehéneknél a szubklinikai ketózist, mielőtt az klinikai ketózissá alakulna. A ketonszint mérése az Elanco Keto-Test nevezetű tesztsíkokkal történik. A ketontestek közül a β -hidroxi-vajsav (BHB) koncentrációját méri a teszt. A Keto-Test alkalmas a szubklinikai ketózis diagnosztizálására. A tesztsíkot a tejbe kell mártani, majd az a reakció során elszíneződik. A Elanco Keto-Test csomagolásán/címkéjén egy színskála található (5. kép), amely segítségével könnyen leolvashatóvá válik a mért BHB koncentráció. Ha $100 \mu\text{mol/l}$ -nél nagyobb ketonszintet jelez a tesztsík, akkor az állatot kezelik, drencset kap. A drencs 1/3-a glicerinnel, a 2/3-a pedig Ahrhoff Browser® DryLac FL drencs. A drencset drencspisztoly segítségével juttatják az állatba. Amelyik állatnak magas volt a tejében a BHB koncentráció és kezelték, azoknak a teheneknek a tejét három naponta újra megvizsgálják, és ha szükséges a teheneket újra kezelik. A következő ábrán (1. ábra) látható, hogy a ketonszint mérése a tejben és az ehhez kapcsolódó kezelések hogyan alakulnak.

1. ábra: Keton-monitoring tejből és a kapcsolódó kezelések – Kocsolai Szövetkezet





5. kép: Keto-Test doboza és a színskála. Kocsola, Kocsolai Mezőgazdasági Szövetkezet, 2023. (Forrás: saját felvétel)

4.4. A kísérlet leírása – kezelések

A vizsgálat keretében bendővédett B-vitamin (Jefo Secure Lactation) termék nagyüzemi vizsgálata történt a kocsolai tejelő szarvasmarha telepen. A kísérlet elsődlegesen a vizsgált termék tejtermelésre gyakorolt hatásának felmérésére irányult, „on-off” rendszerben. Az „on-off” módszer a kísérlet egy olyan megvalósítási formája, amelyben a kezeléssel és a kezelés nélküli időszakok váltogatják egymást. Itt azért választottuk ezt a megoldást, mert az előkészítés időszakában helyhiány miatt, nem voltak elkülöníthetők az állatok kezelt és kontroll csoportra. A kezeléssel és kontroll időszakot csak időben tudtuk elkülöníteni, térben nem. Indokolja ezt a megoldást még az is, hogy kis állománylétszámú csoportokkal dolgoztunk.

A Jefo Secure termékcsalád a B-vitamin komplexbe tartozó vitaminok védettségét a "Jefo mátrix" technológia révén valósítja meg. Ennek lényege, hogy a védendő hatóanyagok (jelen esetben a B-vitaminok) egy triglicerid ágyban helyezkednek el a zsírburok belsejében. Ez a technológia nem csak a bendő mikroorganizmusai által végzett lebomlás ellen hatékony (egy korábbi, a gyártó megbízásából végzett vizsgálat szerint a bejuttatott B-vitaminok 82%-a by-pass formában áthalad a bendőn), hanem a vitaminok mechanikai hatások (pl. darálás) és a hőhatással (pelletálás, nyári magas hőmérséklet) szembeni védelmét is növeli (Roszkos és Tóth, 2018).

A vizsgálatba szárazonálló, aktuálisan az előkészítő csoportban lévő állatokat vontuk be. A kísérletet az őszi időszakban (2020. szeptember-október-november-december) végeztük el. A vizsgálat első időszakában a kontroll, a másodikban pedig kezelt csoportok termelési adatait értékeltük. Egy szakasz hossza a tehenek létszámtól függően 45-50 nap volt. A kísérleti terméket az egyfázisú (45 napos) előkészítő teljes takarmánykeverék (TMR) tartalmazta. A készítményt a TMR-be a premixen keresztül juttattuk be.

A kezelt csoport bendővédett B-vitaminokat (B5-, B6-, B7-, B9- és B12-vitamin Jefe Secure Lactation formájában) kapott, 4 g/állat/nap dózisban. Az előkészítő csoport bendővédett B- vitamin készítménnyel (Jefe Secure Lactation-nal) való etetése 2020.10.05-én indult el.

A kontroll csoport előkészítő teljes takarmánykeveréket (TMR) fogyasztott, kiegészítés nélkül. Mivel a kísérleti kiegészítő takarmány (Jefe Secure Lactation által biztosított bendővédett B-vitaminok) táplálóanyag-tartalma elhanyagolható, így a kontroll és a kezelt csoport takarmánya a kísérlet ideje alatt izokalorikusnak tekinthető.

A megszületett üszőborjaktól a 3.-6. életnapjuk között vért vett az állatorvos. A vérvételi csövekbe nem került véralvadástgátló. A vér immunglobulin szintjét maga az állatorvos vizsgálta a telepen refraktométerrel (6. kép). Az immunglobulin (IgG) szint megállapítása vérsavóból történt.



**6. kép: A telepen használt refraktométer.
Kocsola, Kocsolai Mezőgazdasági Szövetkezet,
2023. (Forrás: saját felvétel)**

4.5. Mintavételek, vizsgálatok

A fejt tej mennyiségéről (kg) a fejőházi rendszerhez kapcsolódó Alpro telepírányítási rendszer szolgáltatott napi adatokat. Így egyedek szintjén lehetett vizsgálni a tehenek eredményeit. A telepírányítási programokból utánkővetéssel vizsgáltuk a szaporodásbiológiai eredményeket. A vizsgált csoportok egyedeinek állategészségügyi állapotát (betegségek előfordulása, kezelések) nyomon követtük. Az immunglobulin szint mérése a borjából vett vér vizsgálatával a 4.4. pontban leírtak szerint történt.

4.6. Statisztikai analízisek

A diplomadolgozatom alapadatai a 2020. szeptemberétől 2020. december végéig terjedő időszakból származtak. Az adatok statisztikai elemzését PAST 4.09 program segítségével végeztem (Hammer és mtsai, 2001). Először leíró statisztikai számításokat (átlag, szórás) folytattam, majd a csoportok varianciáinak (szórásnégyzetek) összevetésére F-próbát alkalmaztam. Az adatok normál eloszlásának vizsgálata Kolmogorov-Smirnov próba segítségével történt. A kontroll és a kezelt csoport középértékeinek összevetésére Student-féle kétmintás t-próbát használtam.

Az eredményeket (átlag és szórás értékek) diagramok és táblázatok formájában mutatom be. Az átlagértékek közötti szignifikáns eltéréseket az alábbiak szerint jelöltem meg:

- * = $P < 0,05$
- ** = $P < 0,01$
- *** = $P < 0,001$

5. Eredmények és kiértékelésük

5.1. Tejtermelés

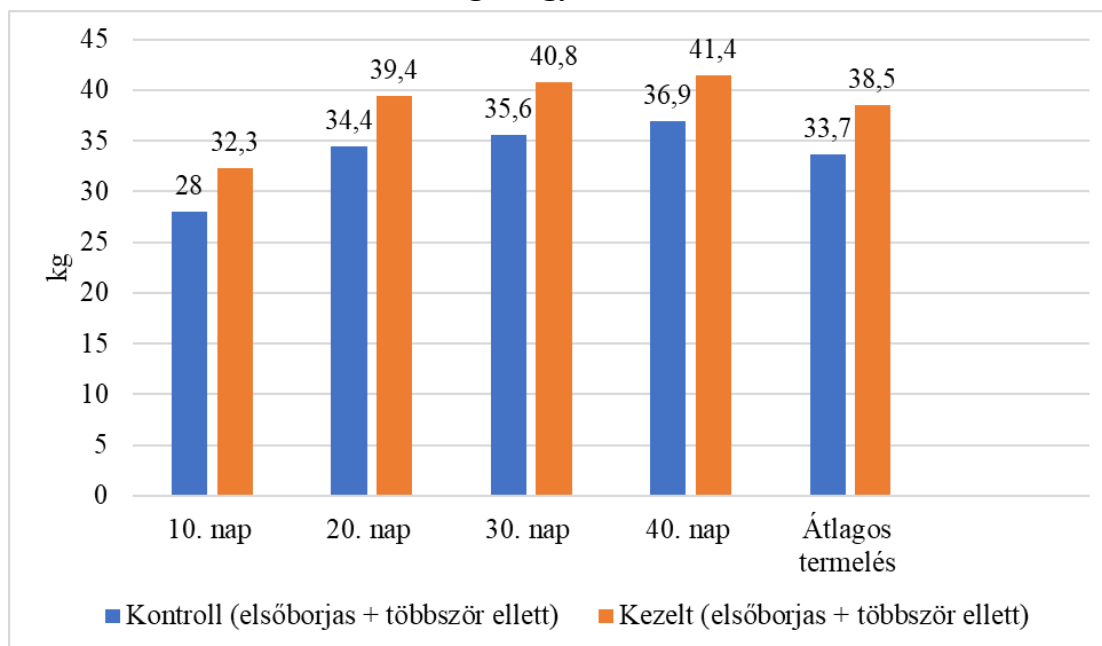
A kontroll és a kezelt csoportban szereplő összes állat tejmenyiségre (tej kg) vonatkozó adata rögzítésre került. A kontroll és a kezelt csoportban tehenek és üszők (elsőborjasak) egyaránt megtalálhatóak voltak. A laktációs időszak következő napjain vizsgáltuk a termelt tej mennyiséget: a 10. napon, a 20. napon, 30. napon és a 40. napon. A 9. táblázatban láthatóak a termelt tej mennyiségére vonatkozó adatok a kiemelt napokon, a vizsgálatban résztvevő csoportoknál.

9. táblázat: A napi átlagos tejtermelés alakulása a kontroll és a kezelt csoportban a laktáció 10., 20., 30. és 40. napján

	10. nap (kg)	20. nap (kg)	30. nap (kg)	40. nap (kg)	Átlagos termelés (kg)
Kontroll (összes egyed; n=34)	28,0	34,4	35,6	36,9	33,7
Kezelt (összes egyed; n=39)	32,3	39,4	40,8	41,4	38,5
Kontroll (elsőborjas; n=17)	25,0	31,6	32,0	34,7	30,8
Kezelt (elsőborjas; n=7)	26,4	34,1	36,7	40,0	34,3
Kontroll (többször ellett; n=17)	30,9	37,3	39,2	39,1	36,6
Kezelt (többször ellett; n=32)	33,2	40,5	41,7	41,7	39,3

A teheneket először az aktuális laktációs számuk figyelembevétele nélkül vizsgáltuk (10. táblázat). A táblázatban látható, hogy a kezelt állatok tejtermelése már az ellés után jelentősen magasabb, mint a kontroll csoporté. A laktáció 10. napján a kezelt csoport tehenei statisztikailag kimutathatóan több tejet termeltek, mint a kontroll csoport (P=0,005). A 20. napon ugyancsak statisztikailag kimutatható módon (P=0,002) több tejet állított elő a kezelt csoport, mint a kontroll. A 30. napon szintén szignifikánsan magasabb volt a kezelt csoport tejtermelése, mint a kontroll csoporté (P=0,005). Végül a laktáció 40. napján is az látható, hogy a kezelt csoport tejtermelése szignifikáns mértékben meghaladta a kontroll csoportét (P=0,032). Ennek következtében a B-vitamin kiegészítésben részesült tehenek közel 4 nappal hamarabb érték el tejtermelésük csúcsát, mint a kontroll állatok. Összességében a vizsgálati periódus alatt az elsőborjas és a többször ellett tehenek együttes adatai alapján a kezelt csoport tejtermelése szignifikánsan magasabb volt, mint a kontroll csoporté (P<0,001).

10. táblázat: A napi átlagos tejtermelés alakulása a kontroll és a kezelt csoportban az összes vizsgált egyed vonatkozásában



	10. nap	20. nap	30. nap	40. nap	Átlagos termelés
Kontroll (elsőborjas + többször ellett)	27,97±6,69	34,44±6,64	35,61±7,69	36,92±8,63	33,74±8,07
Kezelt (elsőborjas + többször ellett)	32,28±5,67	39,38±6,67	40,83±8,05	41,40±8,75	38,59±8,17
	**	**	**	*	***
P=	0,005	0,002	0,005	0,032	<0,001

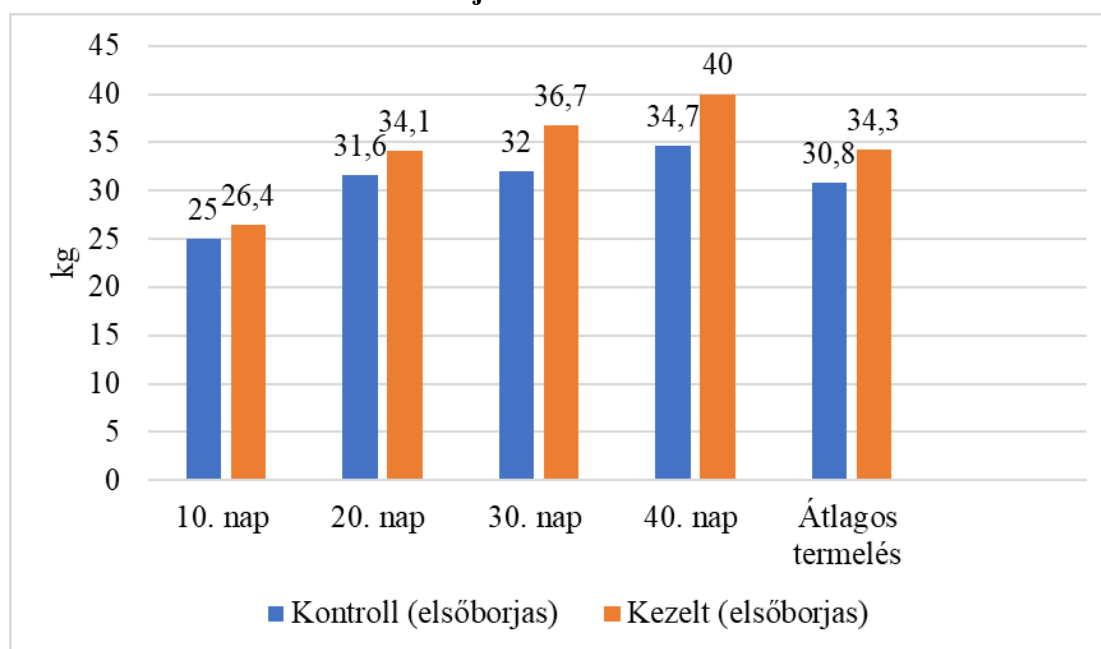
A pontosabb értékelés érdekében és a tendenciák megállapításához az elsőborjas és a többször ellett tehenek eredményeit külön-külön is vizsgáltam. Először az első borjas tehenek eredményeit szeretném bemutatni.

A 11. táblázat mutatja be az elsőborjas kontroll és kezelt csoportban lévő tehenek tejtermelését a laktáció négy vizsgált napján, valamint a laktáció első 40 napjának átlagában. Az első borjas teheneknek nincs korábbi laktációs termelésük, ezért a teljesítményüket általában nehéz összehasonlítani. A 11. táblázatban látható, hogy az ellés után a két csoport csekély különbséggel indult (1,4 kg a kezelt csoport javára), ami a 40. napra 5,3 kg-ra nőtt a B-vitamin kezelésben részesült állatok esetében. A termelési tendencia alapján elmondható, hogy az első borjas kezelt állatok jóval dinamikusabban növelték tejtermelésüket az ellés után, mint a kontroll csoport tehenei.

Az adatok (11. táblázat) alapján látható, hogy a laktáció 10. és a 20. napján ugyan a kezelt csoport tejtermelése meghaladta a kontroll csoportban mért értéket, de a különbség nem volt szignifikánsnak tekinthető ($P=0,405$; $P=0,103$). Ugyanakkor a laktáció 30. és a 40. napján

már statisztikailag igazolható mértékben ($P=0,002$; $P=0,002$) nagyobb tejtermelés jellemezte a kezelt csoportot a kontrollhoz képest. A B-vitamin kezelésben részesült elsőborjas tehenek a laktáció 30. napján átlagosan 4,7 kg-mal, míg a 40. napon már átlagosan 5,3 kg-mal termeltek több tejet, mint a kontroll csoport egyedei. A vizsgált időszakban a kezelt csoport elsőborjas tehenei átlagosan 4 kg-mal több tejet termeltek, mint a kontroll csoportba tartozó állatok ($P=0,002$).

11. táblázat: A napi átlagos tejtermelés alakulása a kontroll és a kezelt csoportban az elsőborjas tehenek esetében



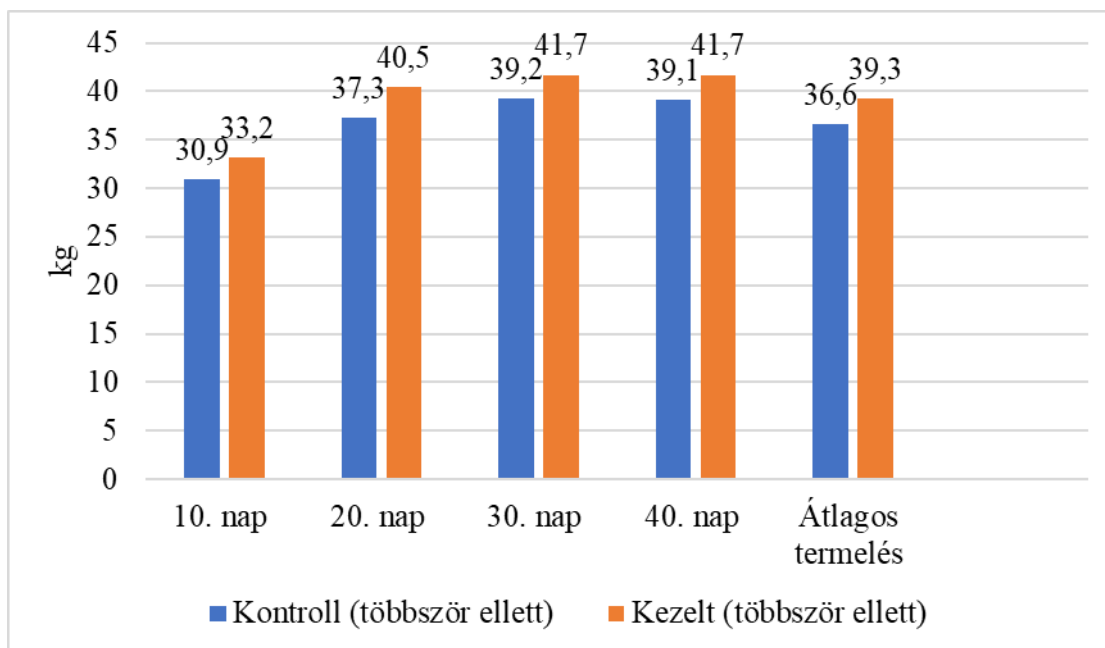
	10. nap	20. nap	30. nap	40. nap	Átlagos termelés
Kontroll (elsőborjas)	25,04±5,70	31,56±3,92	32,05±3,19	34,71±3,29	30,84±5,41
Kezelt (elsőborjas)	26,40±1,82	34,14±2,88	36,71±2,61	40,00±3,46	34,92±5,46
	n.s.	n.s.	**	**	**
P=	0,405	0,103	0,002	0,002	0,002

A többször ellett tehenek esetében a laktációs fázis első 40 napjának átlagában az átlagos tejtermelésben ugyancsak szignifikáns különbség volt kimutatható ($P=0,04$) a kezelt csoport javára (2,7 kg-mal több tej). Viszont az egyes vizsgálati időpontokban, jóllehet a tejtermelés a kezelt csoportban végig meghaladta a kontroll csoportban mért értéket (a 10. napon 2,3 kg-mal; a 20. napon 3,2 kg-mal, a 30. napon 2,5 kg-mal; a 40. napon pedig 2,6 kg-mal), statisztikailag igazolható különbség nem volt kimutatható (12. táblázat).

Ha megvizsgáljuk az előző 305 napos zárt laktációs adatokat, akkor a kontroll csoport átlagos tejtermelése 1,85-ös laktáció mellett 11342 kg-ot tett ki. A kezelt csoportba tartozó tehenek esetében ez az érték 2,15 értékű laktáció mellett mindösszesen 10727 kg volt. Látható,

hogy már az előző laktációban is 615 kg volt a különbség a két csoport tejtermelése között, de a kontroll csoport javára. Ha ezt figyelembe vesszük, akkor a kezelt állatok első 40 napos tejtermelési adatai alapján határozott fejlődést lehet kimutatni a kontroll csoporttal szemben.

12. táblázat: A napi átlagos tejtermelés alakulása a kontroll és a kezelt csoportban a többször ellett tehenek esetében



	10. nap	20. nap	30. nap	40. nap	Átlagos termelés
Kontroll (többször ellett)	30,92±6,44	37,31±7,62	39,17±8,68	39,13±11,51	36,63±9,22
Kezelt (többször ellett)	33,23±5,51	40,53±6,74	41,74±8,57	41,70±9,54	39,35±8,44
	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*
P=	0,198	0,135	0,326	0,407	0,04

Ferreira és mtsai. (2007), valamint Enjalbert és mtsai. (2007) kísérleteikben egységesen 20 mg/nap biotin kiegészítést alkalmaztak. Mindkét kutatás a termelt tej mennyiségének növekedéséről számolt be a laktáció bizonyos szakaszában. Enjalbert és mtsai (2007) leírták, hogy a védett biotin etetésének hatására átlagosan napi 4 kg-mal több tejet fejtek a kiegészítést kapott állatoktól a kontroll csoporttal összehasonlítva ($P < 0,05$). Ferreira és mtsai (2007) szintén azt írták le, hogy a leadott tej mennyiségét megnövelte a biotin kiegészítés, ám csak a nagytejű csoportok esetében. Evans és Mair (2013) biotin, pantoténsav és piridoxin hatására detektáltak növekedést a leadott tej mennyiség tekintetében. Ezzel szemben Morrison és mtsai (2018) kutatásukban azt közölték, hogy az általuk használt kiegészítők hatására nem növekedett az állatok tejtermelése. Sacadura és mtsai (2007) ugyancsak a laktáció korai szakaszában figyeltek meg szignifikáns növekedést a tejhozam tekintetében az általuk használt bendővédett B-vitamin keveréket 3 g/nap/állat adagban alkalmazva, amely biotint, folsavat, pantoténsavat és piridoxint

tartalmazott, a laktáció közepén termelő tehenek tejtermelésére ugyanakkor már nem volt hatással a kiegészítés.

5.2. Szaporodásbiológia

A szaporodásbiológiai eredmények kiértékelése (13. táblázat) 2021. júniusában történt meg. Ekkora már a kísérletben lévő állatok többsége vemhesült. A laktáció 35 napja után minden tehenet pre-synch + ov-synch hormonprogramba vontak be. A kezelés mindösszesen 36 napot vett igénybe, így az a laktáció 71. napjáig be is fejeződött. Az első termékenyítésig eltelt idő kontroll csoport esetében 71 nap volt, míg kezelt csoportban 72 nap. Mindegyik csoportban voltak olyan állatok, amelyek vemhességi státusza nem volt ismert az adatgyűjtés pillanatában. A kontroll csoport esetében ez 5 állatot, a kezelt csoportban pedig 6 állatot jelentett. A vemhesülési adatok értékelésekor ezen állatok adatai nem kerültek értékelésre a vemhesülési arányok számolásakor, de az adataik az „ivarzásig eltelt idő” és „termékenyítési index” számolásába bekerültek.

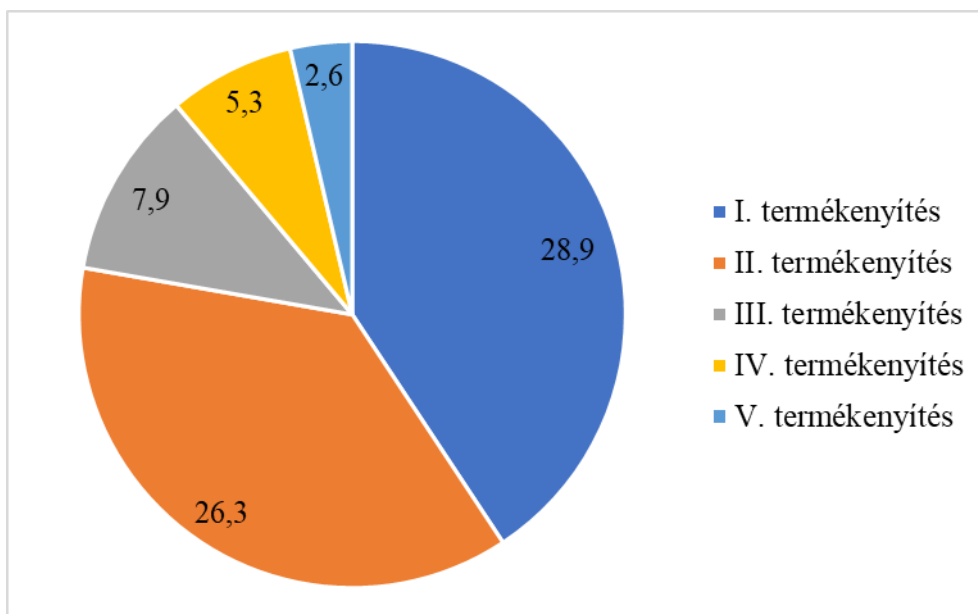
A termékenyítési index (13. táblázat) arról tájékoztat minket, hogy adott csoport átlagosan hány termékenyítési kísérlet után vemhesült. A B-vitamin kiegészítésben részesült csoport esetében a termékenyítési index 1,68 volt, míg kontroll csoportban ez az érték 2,29-et tett ki. Ugyan az első termékenyítésig eltelt idő 1 nappal hosszabb volt a kezelt csoport esetében, a B-vitamin kiegészítést fogyasztó állatok mégis jobb termékenyítési index-szel rendelkeztek.

13. táblázat: Szaporodásbiológiai mutatók

Vizsgált paraméterek	Kezelt	Kísérleti
Tehenek száma (db)	38	44
Vemhesült tehenek (db, %)	27 (71,0%)	32 (72,7%)
Üres tehenek száma (db, %)	3 (7,9%)*	3 (6,8%)**
Kiesett tehenek (db, %)	6 (15,8%)	4 (9,1%)
Az első termékenyítésig eltelt idő (nap)	71	72
Termékenyítési index	2,29	1,68
-mindkét csoportban volt olyan állat, amelyek vemhességi státusza nem ismert (kontroll: n=5; kezelt: n=6) -*: selejtezésre került tehenek; **: 1 tehén került selejtezésre		

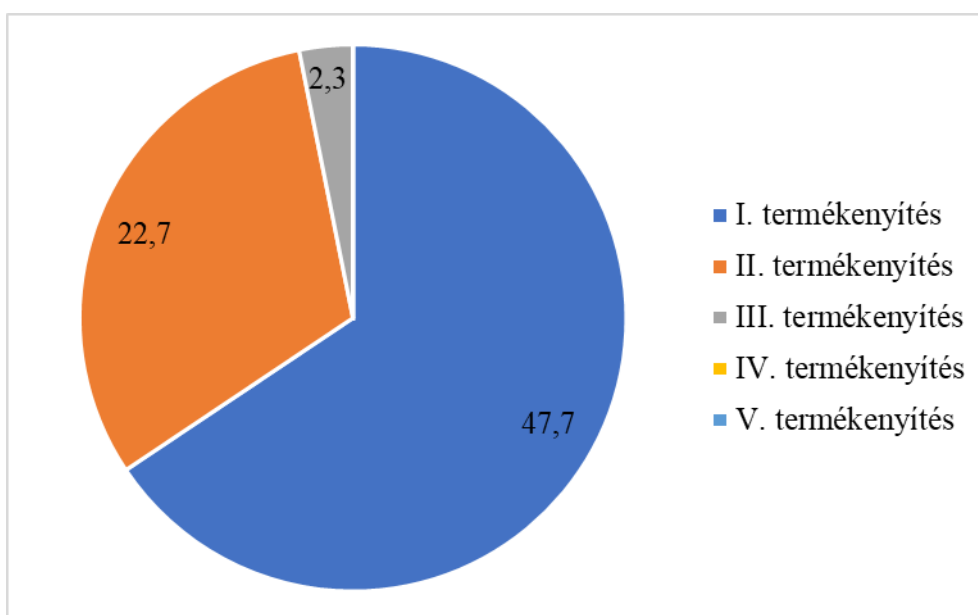
A 2. ábra szemlélteti a kontroll csoport egyedeinek az egyes termékenyítésekre történő vemhesülési arányait. A kontroll csoportban lévő állatok 28,9%-a vemhesült az első termékenyítésre. A második termékenyítésre az egyedek 26,3%-a lett vemhes. Harmadik termékenyítés után vemhesült az egyedek 7,9%-a, míg negyedik termékenyítésre 5,3%-uk, ötödik termékenyítésre pedig 2,6%-uk vemhesült.

2. ábra: Vemhesülési arányok (kontroll csoport, n=38)



Az 3. ábrán látható a kezelt csoport vemhesülési arányai. A kezelt csoportban lévő állatok 47,7%-a vemhesült már az első termékenyítésre. A második termékenyítésre az egyedek 22,7%-a lett vemhes. A harmadik termékenyítésre 2,3 %-uk vemhesült, negyedik és ötödik termékenyítésre nem volt szükség.

3. ábra: Vemhesülési arányok (kezelt csoport, n=44)



Kimagasló eredménynek tekinthető az egyes termékenyítésekre vemhesült tehenek arányainak alakulása a két összehasonlított csoportban. Ha kizárólag az első termékenyítés adatait vizsgáljuk meg, szembevetve, hogy a B-vitamin kezelés hatására 18,8%-al javult a sikeres vemhesülés a kontroll csoport értékéhez képest (kezelt: 44,7% vs. kontroll: 28,9%).

A kontroll és a kezelt csoportot összehasonlítva abban a tekintetben, hogy az egyedek hányadik termékenyítésük után vemhesültek a következők állapíthatók meg:

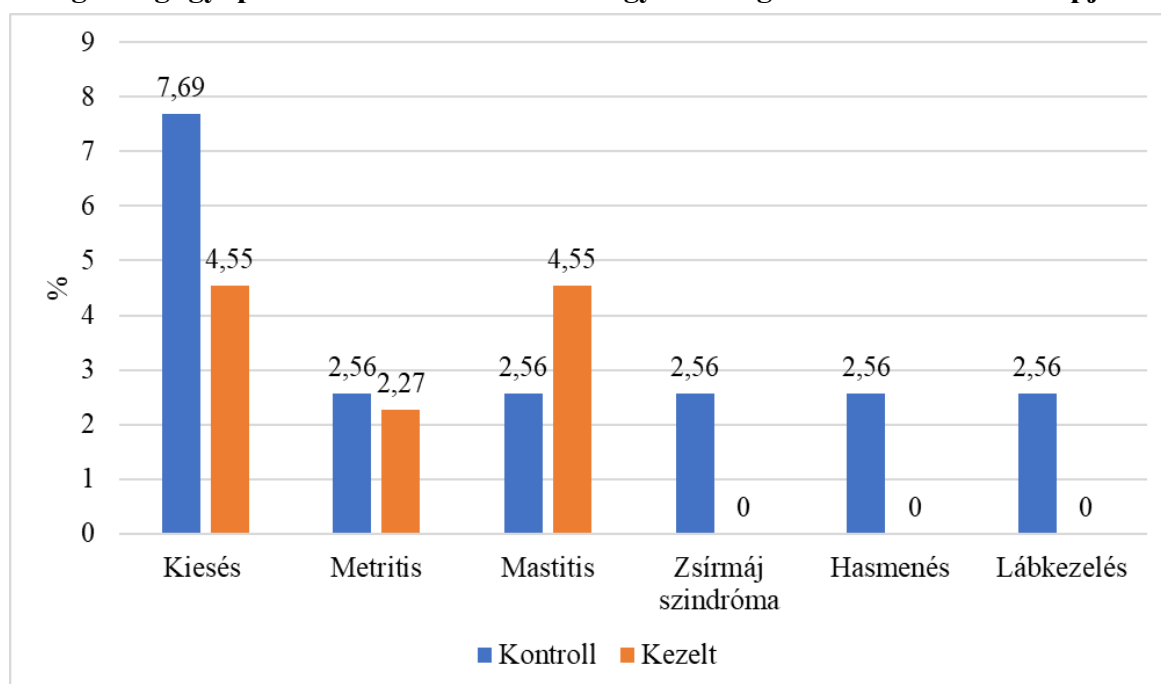
- A kezelt csoportban az egyedek nagyobb része vemhesült, már az első termékenyítést követően, mint a kontroll csoportban.
- A kezelt csoport egyedei nagyobb arányban és hamarabb vemhesültek, mint a kontroll csoportba tartozó állatok, mely utóbbi csoportban szükség volt negyedik, sőt ötödik termékenyítésre is.

Morrison és mtsai (2018) eredményeik alapján azt közölték, hogy az általuk használt kiegészítés hatására az állatok termékenysége nem változott sem ovuláció, sem pedig az első termékenyítésig eltelt idő kapcsán.

5.3. Állategészségügy

Az állategészségügyi problémák előfordulását az ellést követő 40 napon rögzített adatok alapján értékeltük ki (4. ábra). Ezzel kapcsolatban megjegyzendő, hogy a vizsgált mintaszám nem volt magas és a vizsgálati időintervallum sem volt hosszú. Az erre vonatkozó adatok ebből következően mindösszesen tájékoztató jellegűek, pontos következtetések levonására nem alkalmasak.

4. ábra: A kontroll és a B-vitamin kezelésben részesült csoportban jelentkező állategészségügyi problémák előfordulásának gyakorisága a laktáció első 40 napja alatt



Bollatti és mtsai. (2020) bendővédett kolin etetése során azt tapasztalták, hogy a kezelés nem befolyásolta az ellés utáni betegségek előfordulásának arányát. Morrison és mtsai (2018) szintén leírták, hogy bendővédett B-vitaminokat és kolint tartalmazó kiegészítés nem befolyásolta statisztikailag igazolható mértékben a klinikai betegségek kialakulását tejelő tehenekben. Cheng és mtsai (2020) nem mutattak ki testtömegbeli különbségeket a kontroll és kezelt csoport között, amiből arra lehet következtetni, hogy a kezelések nem befolyásolták az állatok egészségügyi státuszát.

Quigley (2016) adatai alapján (http7) a 14. táblázatban foglaltam össze azt, hogy a borjak passzív immunitásának állapotát jelző refraktométeres vizsgálat eredménye, mely értékek között változik a „jó”, „gyenge” és „nagyon gyenge” kategóriák esetében. A 15. táblázatban található telepi Brix refraktométeres eredmények alapján elmondható, hogy a kapott értékek a 14. táblázattal összevetve mind a kontroll csoport, mind pedig a kezelt csoport esetében is a „jó” kategóriába esnek (http6). Ugyanakkor a kezelt csoport egyedeitől született borjak vérszérumában az immunoglobulinok szignifikáns mértékben nagyobb koncentrációban voltak jelen, mint a kontroll csoport borjaiban ($P=0,004$).

14. táblázat: A borjak immunglobulin ellátásának minősítése a vérszérum immunglobulin szintje alapján

Minősítési kategóriák	IgG vérszérum (g/l)
Nagyon gyenge	<3,9
Gyenge	3,9-5,0
Jó	5,1-10,0

15. táblázat: A kontroll és a kezelt csoport teheneitől született borjak vérszérumának IgG koncentrációja

Immunglobulin-borjú vérszérum (g/l)	
Kontroll	7,554±0,753
Kísérleti	8,128±0,945
	**
P=	0,004

6. Következtetések és javaslatok

A vizsgálati eredmények alapján megállapítható, hogy az előkészítő fázisban végzett, a takarmánnyal felvett bendővédett B-vitamin kiegészítés (B5-, B6-, B7-, B9- és B12-vitamin) statisztikailag igazolható módon növelte tejelő tehenekben a termelt tej mennyiségét. Az elsőborjas és többször ellett tehenek adatait együtt vizsgálva az ellést követően 10 naponta végzett adatgyűjtés valamennyi időpontjában szignifikáns mértékben nagyobb tejtermelést értek el a B-vitamin kiegészítést kapott állatok, mint a kontroll csoport.

Az elsőborjas és többször ellett tehenek között különbség volt kimutatható tejtermelés tekintetében. A B-vitamin kiegészítést fogyasztó elsőborjas tehenek szignifikáns mértékben nagyobb mennyiségű tejet termeltek a laktáció 30. és 40. napján ($P=0,001$; $P=0,002$) a kontroll csoporthoz viszonyítva.

A többször ellett tehenek esetében a laktációs fázis első 40 napjának átlagában ugyancsak szignifikáns különbség volt kimutatható ($P=0,04$) a kezelt csoport javára (2,7 kg-mal több tej) az átlagos tejtermelésben. Viszont az egyes vizsgálati időpontokban, bár a kezelt csoport tejtermelése mindvégig meghaladta a kontroll csoportban mért értéket, szignifikáns különbség nem volt kimutatható.

A kapott, tejtermelésre vonatkozó adatok alapján javasolható az általunk használt kiegészítéssel való további kísérletek beállítása.

A B-vitamin kezelésben részesült tehenek nagyobb százalékban vemhesültek az első mesterséges termékenyítés után, mint a kontroll csoportban található egyedek (kontroll csoport: 28,9% vs. kezelt csoport: 47,7%). Az eredmények alapján megállapítható, hogy a kezelt csoport egyedei nagyobb arányban és hamarabb vemhesültek, mint a kontroll csoportba tartozó állatok.

Jó szaporodásbiológiai paraméterekkel jobb termelési eredmények érhetőek el tejhasznú állományokban. Ebből kifolyólag mindenképpen javasolható lenne konkrétan csak a szaporodásbiológiai tényezőkre beállított kísérletek elvégzése is.

A borjak vérszérumában az immunglobulinok aránya statisztikailag magasabb értéket mutatott ($P=0,004$) a B-vitamin kezelésben részesült csoport utódaiban a kontroll csoport borjaihoz viszonyítva. A kapott eredmények alapján így elmondható, hogy a borjak immunstátusza kedvezőbb volt a B-vitamin kezelés hatására a kontroll csoporttal összevetve ($P=0,004$).

7. Összefoglalás

A diplomadolgozatomban megvalósult kísérlet során arra kerestük a választ, hogy a bendővédett B-vitamin készítménnyel (Jefo Secure Lactation) történő takarmány-kiegészítés, milyen hatást gyakorol a tejelő szarvasmarhák tejtermelésére, szaporodásbiológiai- és állategészségügyi mutatóira.

A vizsgálatot a holstein-fríz állományú, Kocsolai Mezőgazdasági Szövetkezet tejelő szarvasmarha telepén végeztük el. A kezelt csoport az egyfázisú előkészítés során (45-50 nap), napi 4 g/állat dózisban Jefo Secure Lactation takarmány-kiegészítést kapott az előkészítő teljes takarmánykeverék (TMR) premixébe keverve. A kontroll csoport TMR-je nem tartalmazott bendővédett B-vitamin kiegészítést. A kezelt és kontroll csoportban vegyesen voltak elsőborjas és többször ellett tehenek. A kísérlet „on-off” rendszer zajlott, tehát a kontroll és a kezelt csoport vizsgálata egymás utáni időszakban történt meg. A kísérletre 2020. szeptembere és decembere között került sor.

A tejtermelés alakulásáról elmondható, hogy a kontroll és a kezelt csoportban lévő összes állat által termelt tej mennyisége a laktáció 10. napján ($P=0,005$), 20. napján ($P=0,002$), 30. napján ($P=0,005$), 40. napján ($P=0,032$), továbbá a laktáció első 40 napjának átlagos tejtermelése alapján ($P<0,001$) is szignifikánsan különbözött egymástól. A kezelt csoport statisztikailag igazolhatóan több tejet termelt, mint a kontroll csoport. Az elsőborjas B-vitamin kiegészítésben részesült csoport egyedeinek tejtermelése szignifikánsan magasabb volt, mint a kontroll csoporté, a laktáció 30. és 40. napján ($P=0,002$), illetve az első 40 nap átlagos tejtermelése alapján is ($P=0,002$). A többször ellett, kezelt csoportban lévő tehenek tejtermelése ugyan nagyobb volt a laktáció 10., 20., 30. és 40. napján, mint a többször ellett kontroll csoporté, de ez a különbség statisztikailag nem volt igazolható. Ugyanakkor a laktáció első 40 napjának átlagos tejtermelése alapján már statisztikailag igazolható, hogy a többször ellett, B-vitamin kiegészítésben részesült tehenek tejtermelése magasabb volt, mint a többször ellett, kontroll csoportba tartozó állatoké ($P=0,04$).

A szaporodásbiológiai mutatókról elmondható, hogy a kezelés a termékenyítési index javulását okozta. A bendővédett B-vitamin kiegészítést kapó egyedek nagyobb arányban és hamarabb vemhesültek, mint a kontroll csoportba tartozó állatok.

Az ellést követő negyven napban a kontroll csoportban magasabb volt az állategészségügyi problémák (pl. kiesés, zsírmáj-szindróma) előfordulási aránya, mint a kezelt csoportban.

A kezelt csoport teheneitől született borjak (3.-6. életnapon történő vérvétel alapján) szignifikánsan magasabb immunglobulin szinttel rendelkeztek, a vészérum refraktométeres vizsgálata alapján, mint a kontroll csoport teheneitől született borjak ($P=0,004$).

8. Köszönetnyilvánítás

Elsősorban köszönöm egyetemi konzulensemnek, Dr. Balogh Krisztián Milánnak a segítőkészségét, türelmét és alaposságát, amivel végig támogatott engem a dolgozatom írása alatt. Valamint köszönöm Roszkos Róbert külső konzulensemnek, hogy szakmai hozzáértésével, precízségével segítette a munkámat, valamint azt, hogy sok hasznos tanáccsal járult hozzá dolgozatom elkészítéséhez.

Köszönöm a Kocsolai Mezőgazdasági Szövetkezet tejelő szarvasmarha telepének, hogy lehetőséget biztosítottak számomra a kísérlet elvégzéshez és így helyszíneül szolgáltak a vizsgálatnak. Batta Istvánnak telepvezetőnek és Neumann Dorothy műszakvezetőnek köszönöm segítőkészségüket. Hálás vagyok, hogy a telepi technológia rejtelseibe is beavattak engem.

Köszönöm a Jefe-nak, hogy hozzájárult a kapott eredmények diplomadolgozatomban történő publikálásához.

Végül, de nem utolsó sorban köszönöm a családomnak és a páromnak, hogy támogattak engem egyetemi tanulmányaim alatt.

9. Irodalomjegyzék

9.1. Könyvek, publikált anyagok

- Anastassakis, K. (2022): Inositol (Vitamin B8). In: Androgenetic Alopecia From A to Z., Springer, Cham. 343–345. p.
- Ashoori, M., Saedisomeolia, A. (2014): Riboflavin (vitamin B2) and oxidative stress: A review. *British Journal of Nutrition*, 111(11), 1985-1991.
- Babinszky L., Horváth M. (2019): Vitaminok és kölcsönhatásaik In: Babinszky L., Halas V.: Innovatív takarmányozás, Akadémia Kiadó, Budapest, 996., 80-85 p.
- Bollatti, J. M., Zenobi, M. G., Artusso, N. A., Lopez, A. M., Nelson, C. D., Barton, B. A. Santos, J. E. P. (2019): Effects of rumen-protected choline on the inflammatory and metabolic status and health of dairy cows during the transition period. *Journal of Dairy Science*, 103(5), 4192-4205.
- Briggs, G.M. Jr., Luckey, T.D., Elvehjem, C.A., Hart, E.B. (1994): In: Further studies on vitamins B10 and B11 and their relation to "folic acid" activity, From the Department of Biochemistry, College of Agriculture, University of Wisconsin, Madison, 423-434. p.
- Chand, T., & Savitri, B. (2016). Vitamin B3, Niacin. In: *Industrial Biotechnology of Vitamins, Biopigments, and Antioxidants*, 41–65. p.
- Cheng, K. F., Wang, C., Zhang, G. W., Du, H. S., Wu, Z. Z., Liu, Q., ... Pei, C. X. (2020): Effects of betaine and rumen-protected folic acid supplementation on lactation performance, nutrient digestion, rumen fermentation and blood metabolites in dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 262, 114445.
- Duplessis, M., Girard, C.L., Santschi, D.E., Lefebvre, D.M., Pellerin, D. (2014): Milk production and composition, and body measurements of dairy cows receiving intramuscular injections of folic acid and vitamin B-12 in commercial dairy herds. *Livest. Sci.* 167, 186–194.
- Enjalbert, F., Nicot, M.C., Packington, A.J. (2007): Effects of peripartum biotin supplementation of dairy cows on milk production and milk composition with emphasis on fatty acids profile. *Livestock Science*, 114(2–3), 287-295.
- Evans, E., Mair, D.T. (2013): Effects of a rumen protected B vitamin blend substituted for biotin upon milk production and component yield in lactating dairy cows. *Open Journal of Animal Sciences*, 3, 93-98.

- Fattal-Valevski A. (2011): Thiamine (Vitamin B1). *Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine*, 16(1), 12-20.
- Fenech, M. (2012): Folate (vitamin B9) and vitamin B12 and their function in the maintenance of nuclear and mitochondrial genome integrity. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 733(1-2), 21–33.
- Ferreira G., Weiss, W.P., Willett, L.B. (2007): Changes in measures of biotin status do not reflect milk yield responses when dairy cows are fed supplemental biotin. *J Dairy Sci.* 90(3), 1452-1459.
- Ganjkhani, M., Salimi, M., Nikkhah, A., Zali, A. (2007): Effects of supplemental dietary biotin on performance of Holstein dairy cows. *Pak J Biol Sci.* 17, 2960-2963.
- Graulet, B., Matte, J. J., Desrochers, A., Doepel, L., Palin, M.-F., & Girard, C. L. (2007): Effects of Dietary Supplements of Folic Acid and Vitamin B12 on Metabolism of Dairy Cows in Early Lactation. *Journal of Dairy Science*, 90(7), 3442–3455.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001): PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologica Electronica* 4(1): 9.
- Ibrahim, G.A., El- Shafei, K., El- Sayed, H.S., Sharaf, O.M. (2014): Isolation, identification and selection of lactic acid bacterial cultures for production of riboflavin and folate. *Middle East Journal of Applied Science*, 4(4), 924-930.
- Korkmaz, S., Sait, A., Gargılı, A. (2022): The Potential Antiviral Activity of Inositol (Vitamin B8) as a Dietary Supplement in Human and Animal Nutrition. In: *Journal of Health Sciences and Management*, 2 (3) , 68-72. p.
- Kovács M. (2015): A takarmányozás alapjai, Negyedik, átdolgozott, bővített kiadás. Mediaworks Hungary Zrt., Budapest. 68-69. p. 76-77, 69-70, 72-74
- Mentés K., Molnár Sz., Pongrácz L., Szajkó I., Török M. (2010): A mesterlovász könyve. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest. 136 p.
- Morrison, E.I., Reinhardt, H., Leclerc, H., DeVries, T.J., LeBlanc, S.J. (2018): Effect of rumen-protected B vitamins and choline supplementation on health, production, and reproduction in transition dairy cows. *J Dairy Sci.* 101(10), 9016-9027.
- Nagy J. (2009): Ökológiai gazdálkodás. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest. 159. p.
- Pinto, J.T., Zemleni, J. (2016): Riboflavin. *Advances in Nutrition*. 7(5):, 973–975.
- Powers, H.J. (2003): Riboflavin (vitamin B-2) and health. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 77(6), 1352–1360.

- Roszkos R., Tóth T. (2018): Bendővédett vitaminok alkalmazása a tejelő tehenek takarmányozásában. In: VitaCowHír (Vitafort magazin). Vitafort Zrt., Dabas., 2018. 1. szám. 4. p.
- Sacadura, F.C., Robinson, P.H., Evans, E., Lordelo, M. (2008): Effects of a ruminally protected B-vitamin supplement on milk yield and composition of lactating dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 144(1–2), 111-124.
- WHO-FAO (2004): Vitamin and mineral requirements in human nutrition. Second edition. pp. 341. ISBN: 92 4 154612 3
- Zeisel, S.H., Caudill, M.A (2010): Choline. *Advances in Nutrition*, 1(1), 46–48.
- Zsigrai, S., Kalmár, A., Valcz, G., Szigeti, K. A., Barták, B. K., Nagy, Z. B., Igaz, P., Tulassay, Z., Molnár, B. (2019). A B9-vitamin élettani és kórélettani jelentősége. Összegzés a folsav táplálékkiegészítőként történő alkalmazásának 30. évfordulójára, *Orvosi Hetilap*, 160(28), 1087-1096.

9.2. Internetes források

- http1:
 - https://www.health.harvard.edu/staying-healthy/listing_of_vitamins
 - (Utolsó megtekintés: 2023. 03. 21.)
- http2:
 - <https://web.archive.org/web/20121212005813/http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/9241546123/en/>
 - (Utolsó megtekintés: 2023. 03. 21.)
- http3:
 - https://books.google.hu/books?id=vxoxBbmiLQUC&pg=PA3&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
 - (Utolsó megtekintés: 2023. 04. 30.)
- http4: Molnár E. (2014): A tejtermelő tehenek ellés előtti előkészítésének aktuális kérdései. In: Agronapló 2006/10. 82. p.
 - (<https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2006/10/allattenyesztes/a-tejtermelo-tehenek-elles-elotti-elokeszitesenek-aktualis-kerdesei>)
 - Utolsó megtekintés: 2023. 04. 30.)
- http5: Bakos G. (2014): Szárazonálló tehenek takarmányozása - SANO TMR-konceptió szerint. In: Agronapló 2004/12. 66-67. p.
 - (<https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2004/12/pr/szarazonallo-tehenek-takarmanyozasa-sano-tmr-koncepcio-szerint>)
 - Utolsó megtekintés: 2023. 04. 30.)
- http6: Gelsinger S. L. (2023): Tools to Assess Colostrum Management.
 - (<https://extension.psu.edu/tools-to-assess-colostrum-management>)
 - Utolsó megtekintés: 2023. 04. 30.)
- http7: Quigley (2016): Calf Note 187 - BRIX Refractometer for serum IgG
 - (<https://calfnotes.com/pdffiles/CN187.pdf>)
 - (Utolsó megtekintés: 2023. 04. 18.)

10. Nyilatkozatok



Szent István Campus, Gödöllő
Cím: 2100 Gödöllő, Péter Károly utca 1.
Tel.: +36-28/522-000
Honlap: <https://godollo.uni-mate.hu>

4. sz. függelék – Hallgatói és konzulensi nyilatkozat minta

NYILATKOZAT

Alulírott Molnár Amelita Gerda, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Agrármérnöki - egységes, osztatlan képzés: szak nappali/levelező* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy a Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2023 év 04 hó 27 nap

Molnár Amelita Gerda
Hallgató

NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom*.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: Gödöllő, 2023 év 04 hó 27 nap

[Signature]
Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

4. sz. függelék – Hallgatói és konzulensi nyilatkozat minta

NYILATKOZAT

Alulírott Molnár Amelita Gerda, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Agrármérnöki - egységes, osztatlan képzés: szak nappali/levelező* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy a Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2023 év 04 hó 27 nap

Molnár Amelita Gerda
Hallgató

NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom*.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2023 év 04 hó 26 nap

[Signature]
Külső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

Molnár Amelita Gerda (név) (hallgató Neptun azonosítója: OW2UVD) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfólió¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem³

Kelt: Gödöllő, 2023. év április hó 27. nap


Belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő alá húzandó.

³ A megfelelő alá húzandó.

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Molnár Amelita Gerda

A Hallgató Neptun kódja: OW2UVD

A dolgozat címe: Bendővédett B-vitamin készítmény hatásának vizsgálata tejelő tehenekben

A megjelenés éve: 2023

A konzulens tanszék neve: Takarmánybiztonsági Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe.

Kelt: 2023 év 04. hó 27. nap

Molnár Amelita Gerda
Hallgató aláírása